

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb

Možnosti zpracování druhotných surovin ve stavebnictví

Options of Material Recycling in Building industry

Student:

Bc. Eva Hašlerová

Vedoucí diplomové práce práce:

Ing. Jana Boháčová Ph.D

Ostrava 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Eva Hašlerová**
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **3607T021 Stavební hmoty a diagnostika staveb**
Téma: **Možnosti zpracování druhotných surovin ve stavebnictví**
Options of Material Recycling in Building industry

Jazyk vypracování: **čestina**

Záady pro vypracování

Cílem diplomové práce je zhodnocení možnosti zpracování vybraných druhotných surovin zejména automobilového průmyslu ve stavebnictví.

Podstatou experimentu je různými úpravami recyklovat dosáhnout optimálních vlastností pro jeho možný použití při přípravě stavebních hmot, materiálů a výrobků.

Seznam doporučení odborné literatury

SVOBODA, J. Organická chemie I. VŠCHT Praha, 1. vydání, 2003, Praha, 310 s.
MLEŽIVA J., ŠUPÁREK, J. Polymery – výroba, struktura, vlastnosti a použití. Sobotáles, Praha 2000.
DALIBOR, V. Materiály a jejich mezní stavy. VŠCHT Praha, 1. vydání, 2010, Praha, 200 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jana Boháčová**

Datum zadání: 28.02.2017

Datum odevzdání: 30.11.2017


doc. Ing. Vlastimil Jůlák, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 1. 12. 2017

.....

Podpis studenta

PROHLAŠUJI, ŽE

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 30. 11. 2017

.....

Podpis studenta

ANOTACE

HAŠLEROVÁ, E. *Možnosti zpracování druhotných surovin ve stavebnictví*. Diplomová práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava. Ostrava, 2017.

V současnosti je trendem rozvoj lidské společnosti, který uvádí v soulad hospodářský a společenský pokrok s plnohodnotným zachováním životního prostředí, přičemž je jedním z cílů maximalizace spotřeby druhotných, odpadních materiálů.

Diplomová práce se věnuje možnému využití zbytků polyesterové tkaniny, která se používá v automobilovém průmyslu při výrobě tlumících výplní v interiéru osobních a nákladních aut.

V experimentální části diplomové práce byly u připravených vzorků použity různé varianty úpravy polyesterové tkaniny, která byla použita jako výztuž. Na vyrobených tělesech byly stanoveny objemové hmotnosti, pevnosti v tahu za ohybu a také pevnosti v tlaku.

Byla připravena tělesa, která obsahovala tkaninu ve formě výztuže 1x kladené tkaniny ve směru plnění, 2x kladené tkaniny ve směru plnění, 1x kladené sítě ve směru plnění a kousky tkaniny nastříhané na velikost 10 x 10 mm, použité jako rozptýlená výztuž.

Práce prokázala, že druhotné zpracování polyesterové tkaniny je možné, je však bezpodmínečně nutný další výzkum.

V rámci práce byla navržena další možná využití polyesterové tkaniny, je však nutné praktické ověření jednotlivých návrhů.

Klíčová slova: Polyesterová tkanina, Bi-co vlákno, výztuž, beton, kompozit.

ABSTRACT

HAŠLEROVÁ, E *Options of Material Recycling in Building industry*. Diploma Thesis. VSB Technical University Ostrava. Ostrava, 2017.

At present, is a trend the development of human society that brings together economic and social progress with full environmental conservation, when one of the goals is maximizing the consumption of secondary waste materials.

The diploma thesis deals with the possible use of polyester fabric residues, which is used in the automotive industry for the production of damping panels in the interior of cars and trucks.

In the experimental part of the diploma thesis, various variants of polyester fabric processing, were as reinforcement used in prepared samples. The bulk density, flexural strength and compressive strength were determined.

There were prepared bodies which contained a cloth in the form of a reinforcement of 1x laid fabric in the direction of filling, 2 layered fabrics in the direction of filling, 1 laid net in the direction of filling and pieces of fabric cut to 10 x 10 mm, used as a dispersed reinforcement.

The work has shown that secondary processing of polyester fabric is possible, but further research is necessary.

Another possible use of polyester fabric was proposed within the work, but it is necessary to verify the individual proposals.

Keywords: Polyester fabric, Bi-co Fiber, Reinforcement, Concrete, Composite

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala vedoucí diplomové práce, Ing. Janě Boháčové, za pomoc při práci, konzultace a její cenné rady. Poté bych chtěla také poděkovat Laboratoři stavebních hmot, FAST, VŠB-TUO za pomoc při zpracování experimentální části diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

A	velikost zkušebního povrchu [m ²]
b	šířka trámečku [mm]
D	objemová hmotnost [kg/m ³]
d ₁	délka boční strany průřezu trámců [mm]
d ₂	šířka boční strany průřezu trámců [mm]
F _c	nejvyšší zatížení při porušení [N]
F _t	lomové zatížení, vynaložené na střed trámců [N]
h	výška trámců [mm]
l	vzdálenost válcových podpěr [mm]
m	hmotnost zkušebního tělesa [kg]
NaOH	hydroxid sodný
R _c	pevnost v tlaku [N/mm ²]
R _t	pevnost v tahu ohybem [N/mm ²]
V	objem tělesa [m ³]

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Polyesterová vlákna.....	12
2.1	Historie.....	12
2.2	Chemické složení.....	14
2.2.1	Dimethyltereftalát.....	14
2.2.2	Kyselina tereftalová.....	16
2.2.3	Ethylenglykol	17
2.3	Výroba polyesterových vláken	18
2.3.1	Výroba polyethyltereftalátu.....	18
2.3.2	Příprava drtě ke zvlákňování.....	20
	Krystalizace a sušení drtě.....	20
2.3.3	Tavení a zvlákňování polyesterových vláken	21
2.3.4	Výroba polyesterové stříže a kablů	22
2.4	Vlastnosti a použití polyesterových vláken	23
2.4.1	PET – Polyethyltereftalát.....	23
2.4.2	PTT – Polytrimethyltereftalát.....	23
2.4.3	PBT – Polybutyltereftalát	23
2.4.4	PEN – Polyethylennaftalát	24
3	BiCo vlákno.....	25
4	Beton	26
4.1	Cement	26
4.2	Kamenivo.....	26
4.3	Voda.....	26
4.4	Přísady	27
4.5	Příměsi	27
5	Použité vstupní suroviny	28
5.1	Polyesterová tkanina	28
5.2	Cement	29
5.3	Voda.....	30
5.4	Kamenivo.....	30
5.5	Přísada.....	30
6	Použité zkušební metody.....	31
6.1	Postup při přípravě směsi.....	31
6.2	Výroba zkušebních těles	32
6.3	Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlé směsi	33
6.4	Zkoušky pevnosti těles.....	33
6.4.1	Stanovení pevnosti v tahu za ohybu	33
6.4.2	Stanovení pevnosti v tlaku	34
6.5	Pevnost a tažnost.....	34
7	Materiálové vlastnosti receptur	36
7.1	Receptura	36
7.2	Objemová hmotnost ztvrdlé směsi.....	36
7.3	Pevnost po 7 dnech zrání	39
7.4	Pevnost po 14 dnech zrání	41

7.5	Pevnost po 28 dnech zrání	44
7.6	Pevnosti po 60 dnech zrání	46
7.7	Pevnosti po 90 dnech zrání	49
7.8	Vývoj pevnosti v tahu za ohybu v čase.....	51
7.9	Vývoj pevnosti tlaku v čase	53
7.10	Pevnost a tažnost polyesterové tkaniny	54
7.11	Rozvlákňování pomocí sodného vodního skla	57
7.12	Vizuální hodnocení	57
8	Další možné využití polyesterové tkaniny	59
8.1	Dekorační prvky	59
8.2	Nášlapná vrstva v jízdárnách pro koně	59
8.3	Totožné použití jako uhlíkové lamely	59
8.4	Totožné použití jako Kari sítě při použití stříkaného betonu.....	60
9	Závěr.....	62
10	Literatura	64
11	Seznam obrázků	66
12	Seznam tabulek	68
13	Seznam příloh.....	69

1 Úvod

V dnešní době je vzhledem k prudkému rozvoji všech odvětví potřebné maximální možné zpracování druhotných surovin. I v současnosti je však stále produkováno značné množství odpadních materiálů, jejichž druhotné uplatnění se neaplikuje a tyto následně končí na skládkách, což má za následek zejména negativní dopad na životní prostředí. Jedním z možných řešení tohoto problému je využití vybraných materiálů ve stavebnictví, v němž se, díky jeho rozmanitosti, již aktuálně zpracovává značná část nejrozličnějších typů odpadních surovin.

V této diplomové práci je řešena problematika druhotného zpracování polyesterové tkaniny. Tkanina se používá v automobilovém průmyslu při výrobě tlumících výplní v interiéru osobních a nákladních aut. Její zbytky aktuálně nejsou dále zpracovávány a v důsledku jejího složení a způsobu úpravy ji nelze řádně recyklovat žádným z běžných způsobů, jako je tomu u podobných hmot obvyklé. Tkanina je proto z výše uvedených důvodů skládkována, případně končí ve spalovně.

Experimentální část diplomové práce se zabývá možností použití polyesterové tkaniny do betonu. Byly připraveny různé varianty úpravy polyesterové tkaniny, která byla použita jako výztuž. Na vyrobených tělesech byly stanoveny základní fyzikálně-mechanické vlastnosti.

Výsledky experimentu provedených v rámci výzkumu Katedry stavebních hmot a diagnostiky staveb, FAST, VŠB- TUO, ukazují, že druhotné použití tkaniny je možné.

2 Polyesterová vlákna

Rozvoj a výroba syntetických vláken na celém světě a vzrůstá rychlým tempem. Počáteční nedůvěra spotřebitelů k výrobkům ze syntetických vláken se změnila v narůstající poptávku, kdy k tomuto vzrůstu přispívají nově rozvíjející se postupy výroby a dobré vlastnosti vláken. Příčinou rozvoje polyesterových vláken je skutečnost, že tato vlákna se dobře osvědčují ve výrobcích, kde se dříve používala vlna nebo bavlna. Mezi výhodné vlastnosti polyesterových vláken (Obr. 1) se řadí vysoká odolnost proti oděru, dokonalá stálost tvaru výrobků, odolnost proti vlivům chemickým a povětrnostním. Z ekonomického hlediska jsou polyesterová vlákna vhodná z důvodu nízké ceny. Polyesterová vlákna se neomezují pouze na textilní průmysl, ale jsou zpracovávána v mnoha dalších průmyslových odvětvích. Vlákna se stala postupně všestranným typem syntetického vlákna. [8, 10, 11, 12]



Obrázek 1- Polyesterové vlákno 400 x zvětšené

2.1 Historie

Lidská kultura si velmi dlouho vystačila s vlákny získanými z přírodních zdrojů. Polyesterův přírodního původu jsou známy již dlouho, jedná se o jantar, damara, kopály a dále jsou to i zahuštěné, na vzduchu vysychávané, rostlinné oleje. Teprve ve 20. století se začal

projevovat nedostatek přírodních vláken v důsledku vzrůstajícího počtu obyvatel a tento stav bylo nutno začít řešit průmyslovou výrobou. Tato problematika nedostatku textilií se objevovala jak v textilním průmyslu, tak v dalších technických odvětvích. [8, 10, 11]

První aplikace, které souvisely se snahou o průmyslovou výrobu vláken, přinesl rok 1900, kdy bylo poprvé vyrobeno 900 t umělého vlákna. Jedním z hlavních objevů té doby byl vynález trysky, tj. kovové desky s řadou jemných otvorů a nové výroby celulóznicích a viskózních vláken. [8, 10, 11, 12]

Zpočátku se vědci snažili napodobit v průmyslové výrobě přírodní vlákna. Již tehdy bylo známo, že podstatou vlny jsou bílkoviny, kdežto bavlna je z čisté celulózy. Bylo experimentováno s těmito dvěma materiály, a jelikož výroba prvního typu vláken zpočátku narážela na nedostatek bílkovin, vlákna z rostlinné celulózy se začala průmyslově rozšiřovat. [8, 10, 11, 12]

Ve 30. letech 20. století přinesl chemický průmysl zcela nové druhy materiálů, kde primární surovinová základna byla získána z uhlí nebo z ropy. Tento přechod na nové vláknotvorné materiály však vyžadoval podstatnou změnu technologie výroby, kde vláknotvorná surovina už nemůže být brána z přírody, nýbrž musí být uměle vyrobena. [8, 10, 11, 12]

Prvním zakladatelem oboru syntetických vláken byl americký chemik Carothers. Podařilo se mu objevit některé zákonitosti, které platí při chemické tvorbě vláknotvorných surovin, je tvůrcem syntetického vlákna s názvem Nylon. [8, 10, 11, 12]

Roku 1936 v Německu bylo vyrobeno syntetické vlákno Silon (Chemlon). [8, 10, 11, 12]

V roce 1941 se anglickým chemikům Whinfieldovi a Dicksonovi podařilo poprvé vytvořit polyesterové vlákno, které mělo žádané vlastnosti. Vlastní vývoj polyesterových vláken mírně zpomalila druhá světová válka. [8, 10, 11, 12]

Další rozvoj polyesterových vláken nastal až po roce 1945. Důvodem byla především kyselina tereftalová (jedna ze základních složek polyesterových vláken), která nebyla do té doby vyráběna v požadované čistotě. [8, 10, 11, 12]

Roku 1952 se v Anglii a také v USA přistoupilo k průmyslové výrobě polyesterových vláken, která se začala využívat díky svým vlastnostem ve všech průmyslových odvětvích. [8, 10, 11, 12]

V roce 1966 bylo více než 30 výrobců polyesterových vláken a vyrobeno bylo 250 000 t vláken. [8, 10, 11, 12]

V roce 2004 obnášela už celková výroba 29 000 000 t. [8, 10]

V roce 2012 vzrostla celková výroba na 53 000 000 t. [8, 10]

2.2 Chemické složení

Základními surovinami pro výrobu polyesterových vláken jsou dimethyltereftalát, kyselina tereftalová a etylenglykol. Vedle těchto primárních složek se používají také další látky, které se však vážou na volbu technologie výroby a na konečné vlastnosti výrobku, které jsou u vláken požadovány. Všechny suroviny jsou petrochemického nebo koksochemického původu. [8, 10, 19, 21]

2.2.1 Dimethyltereftalát

Dimethyltereftalát (DMT) je chemickou sloučeninou kyseliny tereftalové s metanolem, kde tato sloučenina je výchozí surovinou pro výrobu polyesterových vláken. Je to pevná látka, která taje na bezbarvou kapalinu. [8, 10, 23]

Výroba dimethyltereftalátu (Obr. 2) je možná několika způsoby. Nejpoužívanějším způsobem je přímá esterifikace kyseliny tereftalové, kdy lze střídavou oxidací a esterifikací p-xylynu a kyseliny 4-methylbenzoové získat DMT. Z p-xylynu se kyselina tereftalová připravuje působením oxidačního činidla, nejčastěji se jedná o kyslík nebo kyseliny dusičné. [8, 10, 23]

Pracuje se v kapalně fázi pod tlakem při teplotě nad 100 °C, a to buď za přítomnosti přebytku kyseliny dusičné, nebo při probublávání p-xylynu vzduchem, a nebo vzduchem obohaceným kyslíkem. Většinou procesy oxidace a esterifikace probíhají kontinuálně. Velmi důležitá je poslední fáze výroby, kdy se dimethyltereftalát zbavuje všech nečistot, které buď byly obsaženy již v původním p-xylynu nebo vznikly při oxidaci, esterifikaci nebo izomeraci.

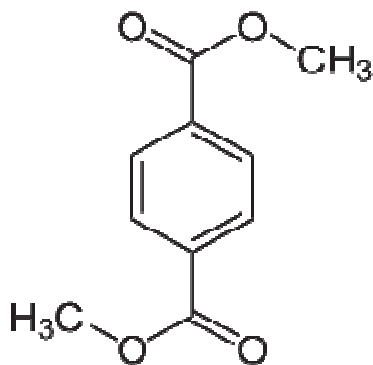
Pro „vláknařské“ účely je možné použít jen velmi čistý dimethyltereftalát, čehož se dosáhne jeho několikanásobnou opakovanou vakuovou destilací z metanolu. Konečnou operací pro odstranění zbytků metanolu bývá obvykle sušení, a dále šupinkování, jehož se dosahuje litím taveniny na chlazený, otáčející se válec, z něhož se tuhý dimethyltereftalát seškrabuje speciálním nožem. Po krystalizační části se odstraní izomery DTM a zbylé kyseliny a aromatické aldehydy. [8, 10, 17, 19]

Při správném technologickém procesu je kvalita výchozí suroviny hlavním předpokladem pro dosažení dobrých výsledků ve výrobě. Přesto se však jeho vlastnosti liší i v případech, kdy jsou základní kritéria vyhovující, rozdíly jsou zřejmé především mezi jednotlivými výrobci. Ideální stav nastává, pokud je k dispozici několik různých druhů dodavatelů, aby bylo možné zajistit totožnou surovinu. [8, 10, 11, 12]

Základní vlastnosti (Tab. 1), na které se klade důraz u dimethyltereftalátu, jsou molekulová hmotnost, teplota tuhnutí, teplota varu, výparné teplo, měrné teplo, obsah aldehydů, obsah vody, číslo kyselosti a obsah popela. [8, 10, 19, 23]

Tab. 1 - Základní vlastnosti dimethyltereftalátu

Molární hmotnost	194,19 g/mol
Teplota tání	142 °C (415 K)
Teplota varu	288 °C (561 K)
Hustota	1,2 g/cm ³
Disociační konstanta pKa	7,21
Rozpustnost ve vodě	nerozpustný
Vnější vzhled	bílý, krystalický



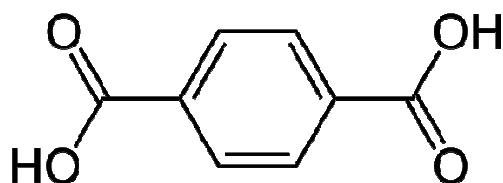
Obrázek 2 - Strukturní vzorec dimetyltereftalátu

2.2.2 Kyselina tereftalová

Další výchozí surovinou pro výrobu polyethyltereftalátu je kyselina tereftalová. Jak už bylo zmíněno v předešlých kapitolách, je tato kyselina uplatnitelná pouze ve velice čisté formě. Kyselinu tereftalovou je možné získat oxidací naftalenu nebo p-xylynu. Jedná se o bílou, krystalickou až práškovou látku. Velice špatně se rozpouští ve vodě, ethanolu a diethyletheru viz Tab. 2 a Obr. 3. [8, 19, 22, 23]

Tab. 2 - Základní vlastnosti kyseliny tereftalové

Molární hmotnost	166,14 g/mol
Teplota tání	402 °C
Teplota varu	sublimuje
Hustota	1,522 g/cm ³
Disociační konstanta pKa	7,21
Rozpustnost ve vodě	dokonale rozpustná
Vnější vzhled	čirá vodojasná kapalina



Obrázek 3 - Strukturní vzorec kyseliny tereftalové

2.2.3 Ethylenglykol

Jedná se o třetí základní surovinu pro výrobu polyesterových vláken. V době, kdy byla objevena polyesterová vlákna, se ethylenglykol již průmyslově vyráběl. Kromě využití pro speciální účely se také používá do nemrznoucích, chladicích kapalin, popřípadě do výbušnin. Pokud se ethylenglykol nalézá v čisté formě, jedná se o viskózní jedovatou kapalinu, která se vyznačuje sladkou chutí, je bez barvy a bez zápachu. Ethylenglykol je známý především jako Fridex. [8, 10, 11, 12]

Nejčastěji se vyrábí z etylenu (Obr.4), kdy ethylen nejprve oxiduje s přesně odměřeným množstvím kyslíku na ethylenoxid. Následuje reakce ethylenoxidu s vodou za vzniku ethylenglykolu. Ethylenglykol může vzniknout i biologickým procesem, jako odpadní produkt trávení polyethylenu larvou zavíječe voskového. [8, 12, 18]

Základní vlastnosti (Tab. 3), na které se klade důraz u ethylenglykolu, jsou čírost a vodojasnost kapaliny, dále dokonalá rozpustnost ve vodě bez zákalu a molekulová hmotnost. [8, 12, 18]

Tab. 3 - Základní vlastnosti ethylenglykolu

Molární hmotnost	62,068 g/mol
Teplota tání	-12,9 °C
Teplota varu	197,3 °C
Hustota	1,113g/cm ³
Rozpustnost ve vodě	Neomozně mísitelný



Obrázek 4 - Strukturní vzorec etylenglykolu

2.3 Výroba polyesterových vláken

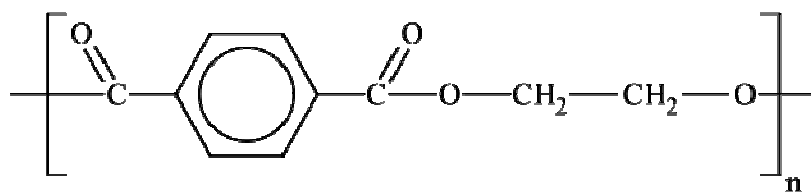
Výrobu polyesterových vláken je možné rozdělit do tří základních výrobních procesů:

Příprava polykondenzátu, při níž se chemickými operacemi mění základní suroviny (dimethyltereftalát a etylenglykol) ve vysokomolekulární polyetylttereftalát s vláknitými molekulami. Výroba nedlouženého vlákna, která se získávají při roztavení drtě polyesteru, nebo okamžitým následným použitím polykondenzátu z předchozí přípravy formují tavným způsobem vlákna, která se navíjejí na cívky nebo se dále ukládají ve volných síčkách do prostorných košů. Úprava vláken pro textilní a průmyslové zpracování. Zpracování se liší dle požadavku na konečný produkt. [8, 11, 12, 17]

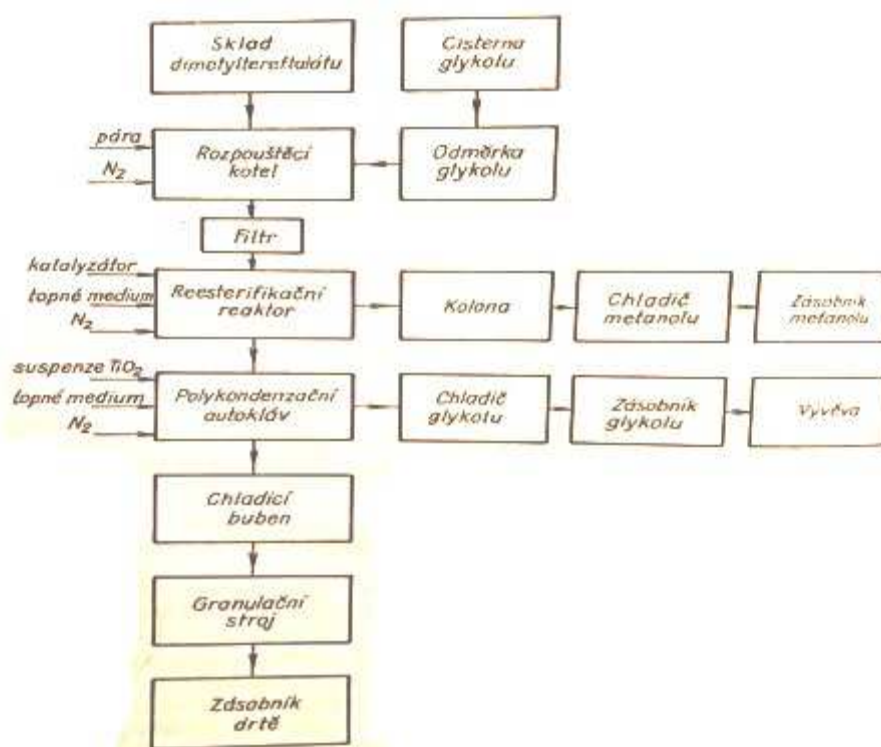
2.3.1 Výroba polyetylttereftalátu

Polyetylttereftalát (Obr. 5) lze vyrábět dvěma způsoby. První způsob je přímé, kontinuální (Obr. 7) zvlákňování, kdy procesy na sebe plynule navazují, a není mezi nimi časová prodleva. Druhým způsobem je zpracování přerušované, diskontinuální (Obr. 6), kde procesy na sebe plynule nenavazují. Jedná se o procesy granulace, sušení, tavení a zvlákňování. [8, 10, 20, 21, 23]

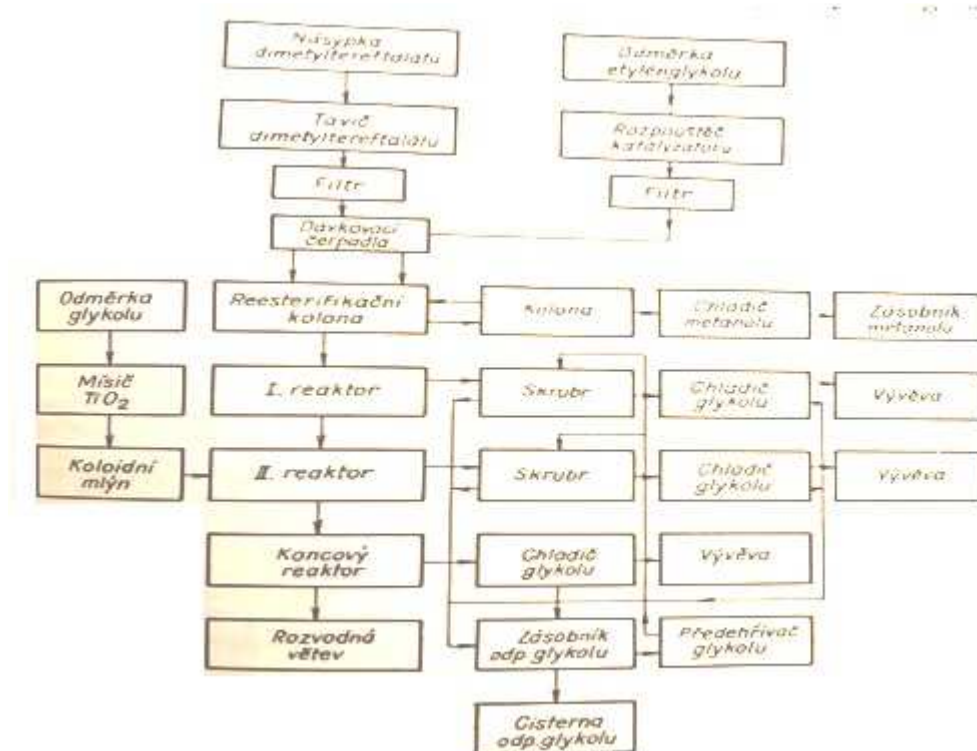
Při výrobě polyetylttereftalátu jako první reaguje dimethyltereftalát s nadbytkem ethylenglykolu v tavenině. Pracuje se obvykle tak, že při 150 °C se přidá katalyzátor, kde směs se postupně zahřívá, až dosáhne 200 °C. Během této doby se oddestiluje prakticky všechny reakcí vzniklý metanol. Přebytek ethylenglykolu je odstraněn vakuovou destilací za vyšší teploty. [2, 8, 10, 12]



Obrázek 5 - strukturní vzorec polyetylentereftalátu



Obrázek 6 - Schéma diskontinuální polykondenzace polyetylentereftalátu



Obrázek 7 - Kontinuální polykondenzace polyetylenetereftalátu

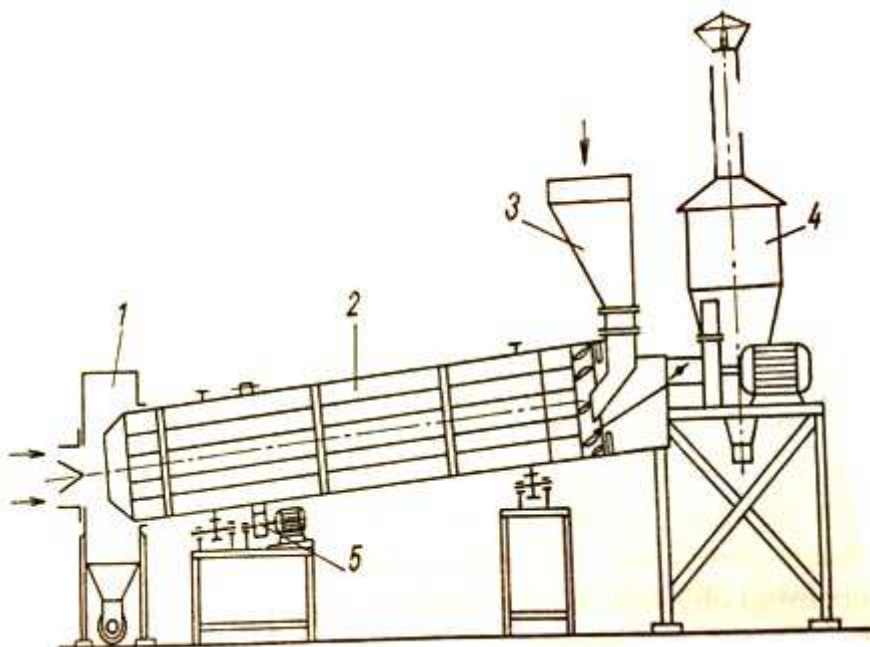
2.3.2 Příprava drtě ke zvlákňování

Před zpracováním drtě polyethylenetereftalátu tavením je třeba ji vždy dokonale vysušit, pokud z ní voda nebyla odstraněna jiným způsobem. Voda může způsobovat problémy především v teplotách okolo bodu tání, kdy je příčinou hydrolytického odbourávání, které může při tavení podstatně zmenšit délku makromolekul vzniklých při polykondenzaci. [8, 12, 23]

Krystalizace a sušení drtě

Před sušením, které je technologicky nejdůležitější operací musí dojít k tzv. krystalizaci drtě. Při rychlém ochlazení polyesterového pásu zůstanou totiž jednotlivé makromolekuly vůči sobě v neuspořádaném, tzv. amorfním stavu, který je protikladem stavu krystalického. Krystalický polymer je vždy tvořen směsí krystalických a amorfních oblastí. [8, 11, 22]

Obvykle se krystalizace drtě polyethylentereftalátu dosahuje jejím zahřátím na teplotu okolo 120 - 180 °C a jejímu slepení se zabráňuje intenzivním pohybem, nejčastěji ve vyhřívaných rotujících bubnech. Velmi často se spojuje krystalizace s následujícím sušením v jednu operaci (Obr. 8) [8,10]

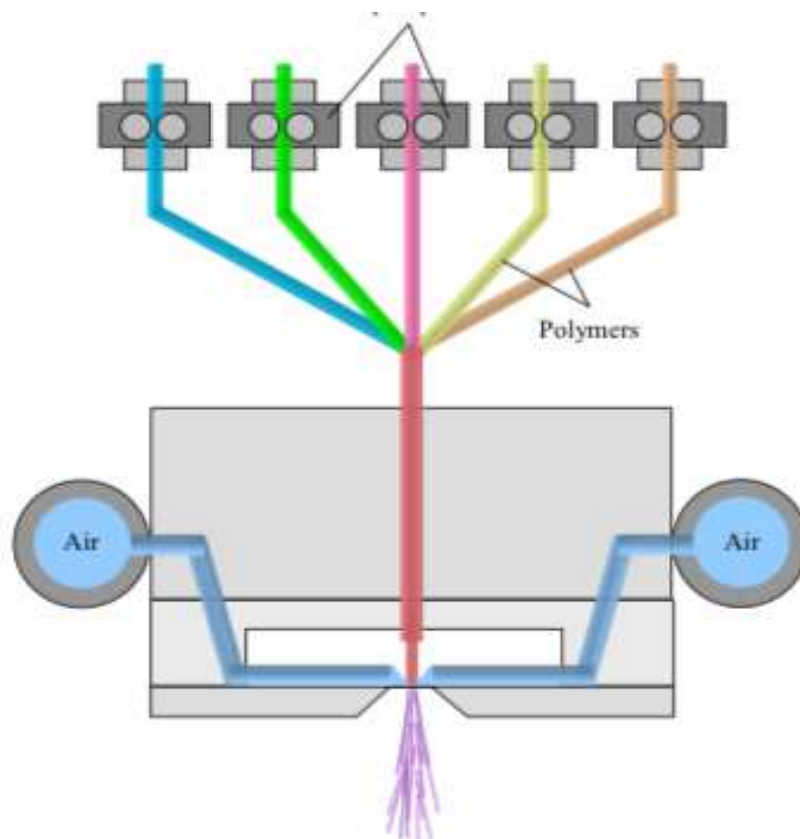


Obrázek 8 - Horkovzdušná sušárna drtě

2.3.3 Tavení a zvlákňování polyesterových vláken

Zařízení pro tavení a zvlákňování vláknotvorných polymerů je většinou vhodné pro výrobu vláken ze všech druhů vláknotvorných materiálů, jež se taví bez rozkladu. Tavicí a zvlákňovací zařízení (Obr. 9) spolu většinou velmi těsně souvisí a obvykle jsou konstruována do jednoho izolačního bloku. Jakmile je vysušená krystalická drť polyethylentereftalátu připravena, přechází do tavicího zařízení, kde dochází k tavení suroviny. Na tavicí rošty přímo navazuje zařízení pro formování vláken z taveniny, které se nazývá zvlákňovací zařízení. Důležitou částí jsou zvlákňovací trysky, které udávají tvar a velikost vláknům. Tryska je zpravidla kruhového nebo obdélníkového průřezu, v nichž jsou vyvrtané otvory průměru 0,3 - 0,5 mm. Pro docílení požadovaných vlastností vláken je nutné zajistit rovnoměrné ochlazení vláken, která prošla zvlákňovacími tryskami. Vláknem odtažovaným od trysky směrem dolů se poměrně rychle začne ztenčovat a každé nepravidelné

ochlazení by způsobilo nerovnoměrnou tloušťku vláken. Po dokončení ochlazení si odtahový stroj odebírá a ukládá vlákno na cívku. [8, 12, 19]



Obrázek 9 - Zvlákňovací zařízení

2.3.4 Výroba polyesterové stříže a kablů

Textilní úprava se zpravidla skládá ze sdružování nedlouženého vlákna v kabel, vlastní fixace kabelu, nanášení finálních preparačních prostředků, ukládání kabelů a řezání kabelů na stříž a balení stříže. [8, 10, 22]

Jako konečné výrobky jsou známy hedvábí (filament), kabílek a stříž. Hedvábí je jednoduchý hladký výrobek, kde polyesterové vlákno je vhodné k dalším úpravám mechanickým nebo pneumatickým tvarováním. Kabílek je polyesterové hedvábí, kdy tento produkt se používá pro dlouhá vlákna. Posledním základním produktem jsou stříže, které se prodávají v délce. [8, 9, 10]

2.4 Vlastnosti a použití polyesterových vláken

U polyesterových vláken rozdělujeme vlastnosti na geometrické, fyzikálně-chemické, chemické a fyziologické. [8, 10, 17]

Ke geometrickým vlastnostem vláken patří délka neboli střih, průřez, povrch, odolnost proti oděru, pevnost a elasticita. Pevnost se hodnotí obvykle v tahu, ve smyčce a v uzlu. Prostá pevnost v tahu se vyjadřuje jako síla potřebná k přetržení vlákna. Dokonalost elasticity materiálů můžeme posuzovat podle toho, že se po odlehčení síly, která způsobila jakoukoliv jeho deformaci, rychle vrátilo do původního tvaru a polohy. Polyesterová vlákna mají významnou elasticitu ze známých běžně používaných textilních vláken. Z mechanických vlastností je dále velmi důležitá odolnost proti oděru, která ukazuje životnost textilního výrobku, jenž je vystaven tření. [8, 20, 21, 22]

Pro některé účely je třeba znát fyzikálně-mechanické vlastnosti, jako jsou měrná hmotnost, elektrická vodivost, tepelná vodivost, odolnost proti teplu, světlu, povětrnostním vlivům, bobtnavost a vybarvitelnost. [8, 12, 21, 22]

Ze zkoušek chemického chování je u polyesterových vláken důležitá zkouška hořením, dále se sleduje množství obsahu kyselin, alkálií a rozpouštědel. [8, 17, 21, 23]

2.4.1 PET – Polyethyltereftalát

Jak už bylo zmíněno v předešlých kapitolách, jedná se o termoplast ze skupiny polyesterů. [8, 10, 11, 12]

2.4.2 PTT – Polytrimetylttereftalát

Polytrimetylttereftalát vzniká sloučením kyseliny tereftalové. Vláknem je velmi elastické, objemné jako bikomponentní výrobek, který má velice hebký omak. [8, 10, 11, 12]

2.4.3 PBT – Polybutyltereftalát

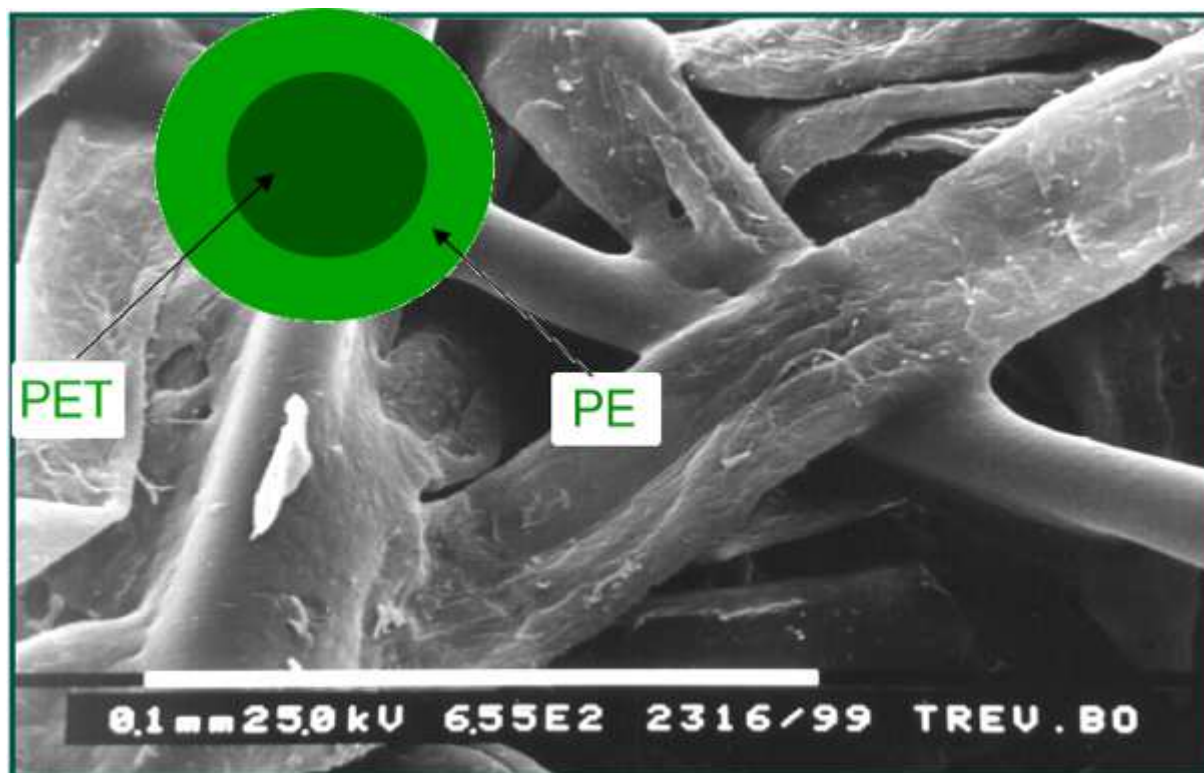
Vzniká polykondenzací kyseliny tereftalové, kde vlákna se nazývají 4GT filamenty. Jeho elasticita a trvanlivost má dosahovat téměř hodnoty elastanů. [8, 10, 11, 12]

2.4.4 PEN – Polyetylnaftalát

Vzniká polykondenzací dikarbonové kyseliny naftalinu a ethylglykolu, vlákno dosahuje vysoké pevnosti, proto se používají na technické textilie, geotextilie, výztuž pneumatik atd. [8, 10, 11, 12]

3 BiCo vlákno

BiCo vlákno je bi-kompozit neboli dvousložkové vlákno, které je pro účely pojiva izolace vyráběno z polyesteru PE a polyethylenu PET. Výroba těchto vláken je následující. Nejdříve se povrch PE taví při cca 40 °C a váže sousedící vlákna, kde PET jádro zůstává velice stabilní viz Obr. 10. [13, 25]



Obrázek 10 - BiCo vlákno

4 Beton

Beton je zatvrdlá směs, která se skládá z pojiva, plniva, vody, popřípadě přísad a příměsí. Beton je možné charakterizovat jako umělý kámen, slepenec, který je složený ze zrn kameniva, která jsou spojena ztvrdlou cementovou maltou, složenou ze zrn drobného kameniva a hydratovaného cementového tmelu. K důležitým vlastnostem patří především vysoká pevnost v tlaku, trvanlivost, ohnivzdornost, vodotěsnost apod. Jeho výroba je rychlá a levná a tvary jsou velice variabilní. Beton je trvanlivý materiál a nevyžaduje náročnou údržbu, jako tomu je například u dřeva. Nevýhodou betonu je jeho objemová hmotnost, nesnadná opracovatelnost, zvuková a tepelná vodivost. [1, 3, 5, 24]

4.1 Cement

Cement je práškové stavební pojivo vzniklé pálením jemné stejnoměrné suroviny, vhodného složení do slinutí a rozemletím takto vzniklých slínek, popř. s přísadami hydraulicky aktivních látek přírodních nebo umělých, na jemnou moučku po účelném zchlazení a odlehčení. Funkce cementu v betonu je pojivová, po smíchání s vodou vzniká cementový tmel, který postupně tuhne a tvrdne a mění se v cementový kámen. Tento proces může probíhat jak na vzduchu, tak i pod vodou. [1, 3, 24]

4.2 Kamenivo

Kamenivo v betonu vytváří pevnou kostru, na kterou se obecně klade požadavek co nejmenší mezerovitosti, což zajistí optimální křivka jeho zrnitosti. Do betonu se používají různé druhy kameniva dle požadovaných vlastností betonu. [4, 5, 24]

4.3 Voda

Voda do betonu se dělí na záměsovou a na ošetřovací. [24]

Jako záměsovou vodu lze použít pitnou vodu z vodovodního řadu, která splňuje všechny potřebné požadavky, které jsou kladeny normou. Je možné používat i vodu užitkovou, přírodní, podzemní a povrchovou, ale všechny typy vod, musí splňovat normové požadavky. Záměsová voda je použita při výrobě betonu. [24]

4.4 Přísady

Při výrobě betonu jsou používány různé přísady, které ovlivňují jak vlastnosti, tak procesy tuhnutí a tvrdnutí betonu. Nejpoužívanějšími přísadami jsou plastifikační, superplastifikační přísady, které nám ovlivňují konzistenci směsi, dále provzdušňovací přísady, které vytváří v betonu vzduchové mikrobubliny. Urychlující a zpomalující přísady, které zajišťují urychlení, nebo zpomalení tuhnutí betonové směsi. [1, 24]

4.5 Příměsi

Jsou to práškové anorganické látky, které se přidávají do betonu za účelem zlepšení vlastností čerstvého nebo ztvrdlého betonu. Dělí se na dva typy příměsí. Latentně hydraulické nebo inertní. Inertní příměsi se nezúčastňují procesu hydratace a jedná se především o filery a pigmenty. Druhým typem jsou latentně hydraulické příměsi, které se účastní hydratace. [1, 24]

5 Použité vstupní suroviny

V této práci byla jako vstupní suroviny použita polyesterová tkanina z firmy Recycling J&F, s.r.o., dále kamenivo z Tovačova a Hrabůvky, voda, cement Hranice a Superlastifikátor.

5.1 Polyesterová tkanina

Polyesterová tkanina, která byla využita v experimentální části této práce, se skládá ze 100 % polyesteru, popřípadě se jedná o směs polyesteru a BiCo vlákna (Příloha 1). Tato tkanina se při výrobě tepelně upravuje kalandrováním. Kalandrování je proces zušlechťování tkaniny působením tlaku otáčejících se válců. Jedná se o 3-7 válců nad sebou, které mohou dosáhnout přítlaku až 1200 kN a rychlosti 200m/min. Tato tkanina se používá v automobilovém průmyslu při výrobě tlumících výplní v interiéru osobních a nákladních aut.

V tomto experimentu byla použita tkanina převážně jako vyztužující prvek. V každé záměsi byla vyrobena vždy 4 zkušební tělesa s polyesterovou tkaninou a tělesa s referenční směsí. Zkušební tělesa obsahovala 1x kladenou tkaninu ve směru plnění, 2x kladenou tkaninu ve směru plnění, 1x kladenou síť ve směru plnění a kousky tkaniny nastříhané na velikost 10 x 10 mm, použité jako rozptýlená výztuž.(Obr. 11, 12)



Obrázek 11- Polyesterová mřížka



Obrázek 12 - 1x polyesterová vložka, 2x polyesterová vložka, polyesterová mřížka, polyesterové kousky, referenční

5.2 Cement

Jako pojivo byl v experimentu použit cement CEM I 42,5R Hranice. V Příloze 5 je dodán technický list. (Obr. 13)



Obrázek 13 - CEM I 42,5R Hranice

5.3 Voda

V experimentu byla jako záměsová voda použita pitná voda z vodovodního řadu.

5.4 Kamenivo

Jako plnivo bylo použito těžené kamenivo frakce (0/4, 4/8 a 8/16) mm, které je vyhovující dle ČSN EN 12620. Kamenivo frakce (0/4 a 4/8) mm je od společnosti Českomoravský štěrk, a.s. Tovačov a kamenivo frakce 8/16 mm od společnosti Českomoravský štěrk, a.s. Kamenolom Hrabůvka (Příloha 3 a 4).

5.5 Přísada

Jako přísada byl použit superplastifikátor Sika ViscoCere od firmy Sika. Je to vysoce účinný superplastifikátor, který je na bázi modifikovaných polykarboxylátů (Příloha 2).

6 Použité zkušební metody

V rámci experimentu byly použity následující normové postupy.

6.1 Postup při přípravě směsi

Jednotlivé složky, které byly použity v této experimentální části byly dávkovány hmotnostně. V první fázi byly dle výpočtu naváženy kamenivo, cement, voda a superplastifikátor. Po navážení surovin byly stěny míchačky navlhčeny. Do míchačky byly dávkovány jednotlivé frakce kameniva společně s částí záměsové vody, směs byla promíchána, následně byl přidán cement, za stálého míchání byla přidána zbývající voda a plastifikátor, po jeho přidání byl spuštěn 2 minutový cyklus míchání, aby byly všechny složky směsi řádně smíchány (Obr. 14).

Směsi byly připraveny dle požadavků normy ČSN EN 206.



Obrázek 14 - Laboratorní míchačka

6.2 Výroba zkušebních těles

Zkoušky, byly provedeny na tělesech o rozměrech (100 x 100 x 400) mm. Zkušební tělesa byla vyrobena dle normových požadavků na výrobu betonu. V první fázi se do formy ukládala pouze 1x tkanina podélně kladená, mřížka, beton s kousky polyesterové tkaniny a referenční směs vždy tak, že formy byly naplněny přibližně do poloviny výšky a dále byla každá směs hutněna na vibračním stole po dobu 120s. Po zhutnění byla vložena do formy polyesterová tkanina. V druhé fázi byla směs doplněna do forem až po okraj a hutnění proces byl opakován. U formy, kde byla použita 2x tkanina podélně kladená byla forma v první fázi naplněna pouze z 1/3 a zhutněna na vibračním stole. Po zhutnění byla vložena první vrstva tkaniny do formy a tento celý proces se opakoval s druhou vrstvou. Po zhutnění a položení druhé vrstvy tkaniny byla forma doplněna betonovou směsí a opět zhutněna. Směs ve formách byla uložena vždy 24-72 hodin, následně byla odformována a těleso bylo uloženo do prostředí se 100 % - ní vlhkostí (Obr. 15).



Obrázek 15 - Neodformované zkušební těleso

6.3 Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlé směsi

Výpočet objemové hmotnosti ztvrdlé směsi byl proveden podle ČSN EN 206-1. Zkušební těleso bylo vyjmuto z místa zrání a bylo osušeno, změřeny rozměry a zjištění hmotnosti tělesa vážením. Výpočet objemové hmotnosti ztvrdlé směsi byl proveden dle vztahu (1):

$$D = \frac{m}{V} \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (1)$$

kde D je objemová hmotnost ztvrdlé směsi v kg/m^3 ,

M je hmotnost zkušebního tělesa v kg,

V je objem tělesa v m^3 .

Výsledná hodnota objemové hmotnosti se zaokrouhlí na nejbližších 10 kg/m^3 .

6.4 Zkoušky pevnosti těles

Zkoušky pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku byla provedena zkušebních tělesech. Pevnosti byly ověřeny na tělesech, po 7, 14, 28, 60 a 80 dnech zrání dle normy ČSN EN 12390 Zkoušení ztvrdlého betonu.

6.4.1 Stanovení pevnosti v tahu za ohybu

Zkušební těleso, které je uloženo do zkušební lisu, kde nebyla splněna podmínka zatěžování na kolmý na směr plnění formy z důvodu kladení polyesterové tkaniny při výrobě zkušebních těles. Zkouška je prováděna trojbodovým zatěžováním. Zlomené trámce byly po dokončení zkoušky dále použity pro stanovení pevnosti v tlaku. Výpočet pevnosti v tahu za ohybu R_f byl proveden podle vzorce (2) :

$$R_f = \frac{3 \times F_t \times l}{2 \times b \times h^2} \quad (2)$$

kde	R_f	je pevnost v tahu ohybem v N/mm^2 ,
	b	je šířka trámce, v mm,
	h	je výška trámce, v mm,
	F_t	je zatížení vynaložené na střed trámečku při zalomení, v N,
	l	je vzdálenost mezi podporami, v mm.

Výsledná pevnost v tahu za ohybu se zaokrouhlí na 0,1 MPa.

6.4.2 Stanovení pevnosti v tlaku

Pevnost v tlaku se stanovuje na zkušebním lisu, kde působící síla se zvyšuje během celé doby zatěžování a rychlost je (0,6) kN/s až do porušení.

Pevnost v tlaku R_c , se vypočte vzorcem (3):

$$R_c = \frac{F_c}{1600} \quad (3)$$

kde	R_c	je pevnost v tlaku, v N/mm^2 ,
	F_c	je síla působící při porušení, v N,
	1600	je plocha destiček, v mm^2 .

Výsledná pevnost v tlaku je vypočtena jako průměr z dvou hodnot a zaokrouhlena na 0,1 MPa.

6.5 Pevnost a tažnost

Zkouška pevnosti a tažnosti byla provedena v laboratorních podmínkách. Pro tuto zkoušku byly použity dvě polyesterové tkaniny. Obě tkaniny se liší pouze svou protkaností, kdy jedna z tkanin je hrubší s větší gramáží. Od každé tkaniny bylo použito 20 vzorků. Rozměry každého vzorku byly 30 x 300 mm, tato délka byla použita z důvodu upínacích

čelistí na zkušebním lisu. Vzorek byl upnut do čelistí zkušebního lisu jak v horní, tak ve spodní části a byla zaznamenána maximální síla prodloužení při přetrhnutí vzorku. Jako vhodné předpětí bylo použito 150 mm za minutu (Obr. 16).

Výsledná maximální síla je zaokrouhlena na 0,1 N.



Obrázek 16 - Připravené vzorky polyesterové tkaniny pro zkoušku pevnosti a tažnosti

7 Materiálové vlastnosti receptur

U zkušebních vzorků byly ověřovány vybrané vlastnosti jako je objemová hmotnost ztvrdlé směsi, stanovení pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku, které byly zkoušeny po 7, 14, 28, 60 a 90 dnech zrání betonových těles a pevnost a tažnost polyesterové textilie.

7.1 Receptura

V tomto experimentu byla použita receptura, která obsahovala větší množství jemnozrnné frakce kameniva. Poměr jednotlivých frakcí kameniva byl 0/4:4/8:8/16 - 52:8:40.

Výpočet receptury byl upraven pro 5 trámů + 10 % směsi na 0,0202 m³ viz Tab. 4.

Tab. 4 - Složení receptury

Cement	Voda	Plastifikátor	Frakce – 0/4	Frakce – 4/8	Frakce – 8/16
7,777 kg	3,499 kg	0,062	18,532	2,850	14,751

7.2 Objemová hmotnost ztvrdlé směsi

Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlé směsi bylo provedeno na každém připraveném vzorku jednotlivě. Hodnoty jsou dány jednotlivě do tabulek, kde směs byla stejná, avšak rozdílná byla použita forma polyesterové tkaniny jako výztuž.(Tab. 5, Obr. 17).

Tab. 5 - Objemová hmotnost ztvrdlé směsi

Doba zrání	Vzorek	Objemová hmotnost [kg/m ³]
90 dní	Referenční	2390
	1 x tkanina	2340
	2 x tkanina	2310
	Mřížka	2450
	Kousky	2470
60 dní	Referenční	2300
	1 x tkanina	2370
	2 x tkanina	2300
	Mřížka	2300
	Kousky	2330
28 dní	Referenční	2350
	1 x tkanina	2450
	2 x tkanina	2310
	Mřížka	2330
	Kousky	2330
14 dní	Referenční	2420
	1 x tkanina	2410
	2 x tkanina	2370
	Mřížka	2400
	Kousky	2340
7 dní	Referenční	2310
	1 x tkanina	2250
	2 x tkanina	2300
	Mřížka	2290
	Kousky	2280

Z výsledků vyplývá, že objemové hmotnosti připravených těles se pohybují v rozmezí 2300 až 2470 kg/m³. Použitá tkanina významným způsobem neovlivňuje konečné objemové hmotnosti připravených kompozitů.



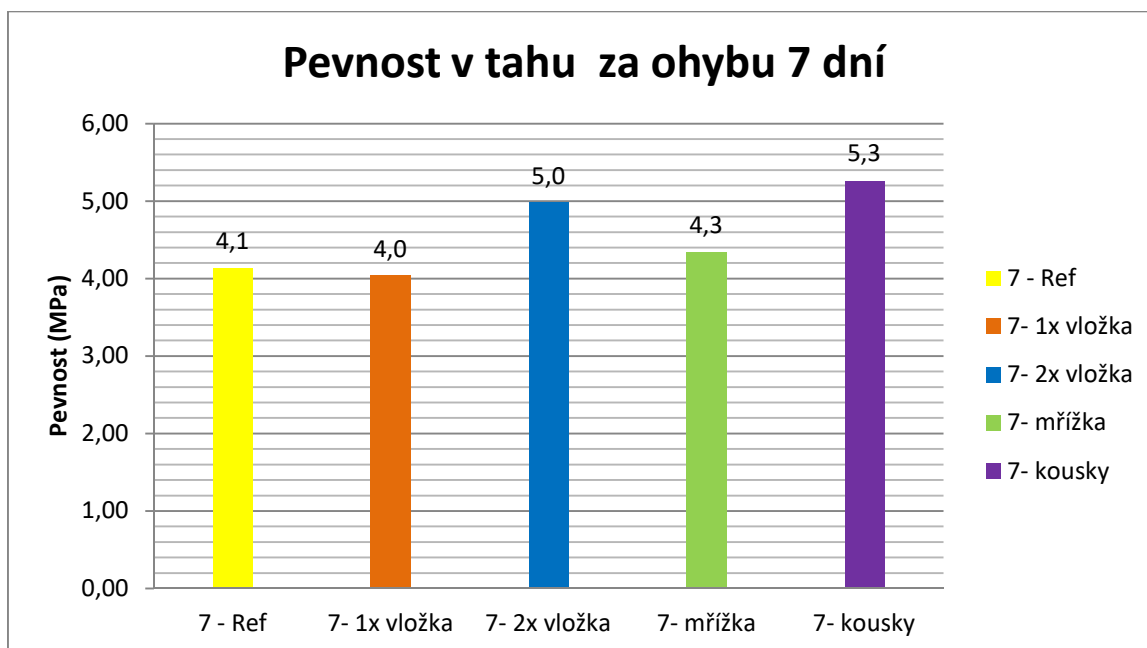
Obrázek 17 - Těleso po odformování

7.3 Pevnost po 7 dnech zrání

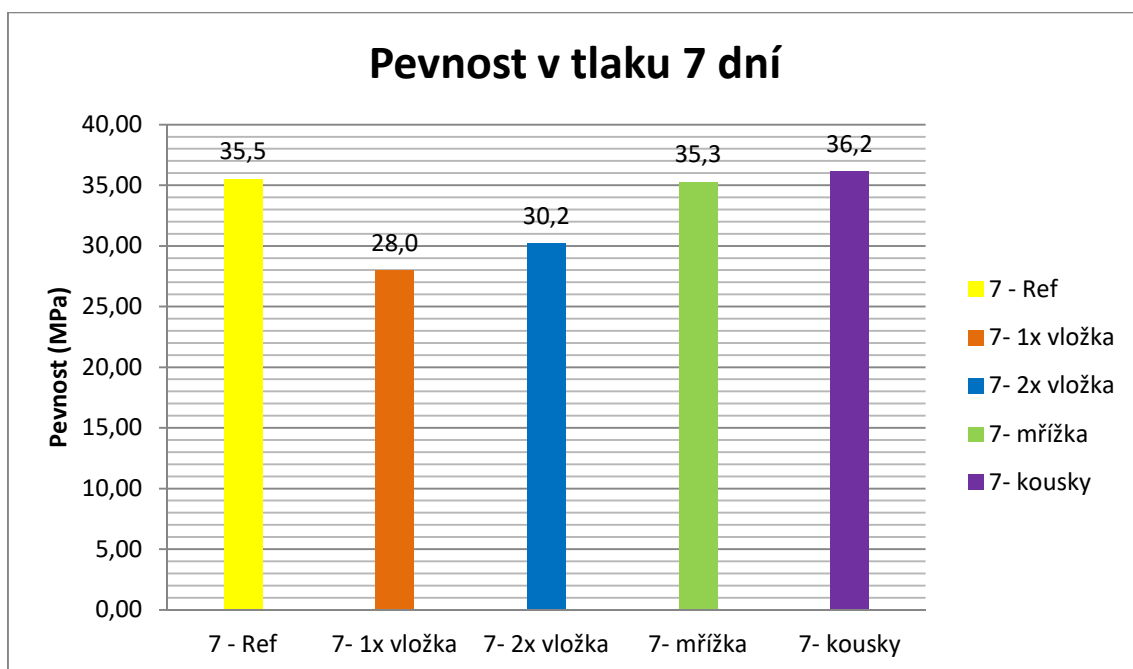
Po přípravě směsi a uložení do forem, jsou připravené vzorky po 24-72 hodinách odformovány a dále uloženy po dobu zrání do 100 % vlhkého prostředí (do kádě s vodou), tak aby vzorky byly zcela ponořeny. Po 7 dnech zrání jsou vzorky z kádě vyzvednuty, osušeny, změřeny rozměry a jejich hmotnost. Byly stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku, které se nacházejí v Tab. 6 a Obr. 18, 19 a 20.

Tab. 6 - Pevnosti vzorků po 7 dnech

Vzorek	Pevnost v tahu za ohybu [MPa]	Pevnost v tlaku [MPa]
Referenční	4,1	35,5
1 x polyesterová vložka	4,0	28,0
2 x polyesterová vložka	5,0	30,2
Polyesterová mřížka	4,3	35,3
Polyesterové kousky	5,3	36,2



Obrázek 18 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 7 dnech zrání



Obrázek 19 - Graf pevnosti v tlaku po 7 dnech zrání



Obrázek 20 - Zkušební vzorek s kousky polyesterové tkaniny při stanovení pevnosti v tahu za ohybu

Z výsledků uvedených v Tab. 6 je zřejmé, že u 7 denních pevností v tahu za ohybu dosáhl nejvyšší hodnoty vzorek, který obsahoval polyesterové kousky, použité jako rozptýlená výztuží (5,3 MPa) a nejnižších hodnot vzorek s obsahem 1 x polyesterové vložky (4,0 MPa).

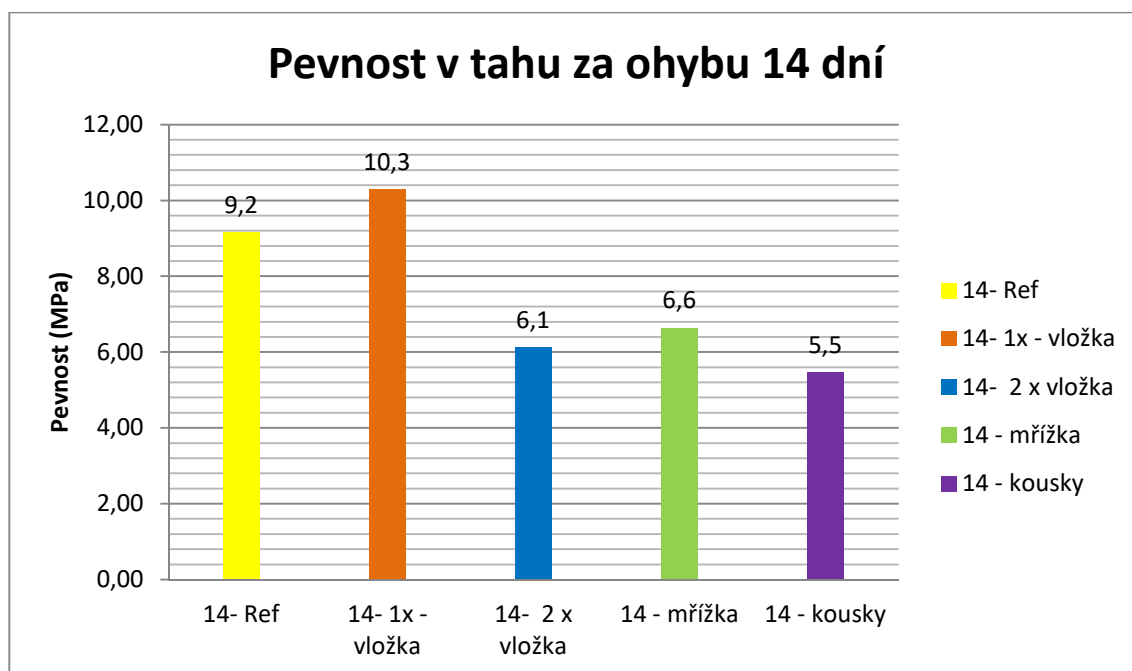
U pevnosti v tlaku nejvyšší hodnoty dosáhl vzorek s kousky polyesterové vložky (36,2 MPa), nejnižší hodnoty dosáhl vzorek s obsahem 1 x polyesterové vložky (28,0 MPa).

7.4 Pevnost po 14 dnech zrání

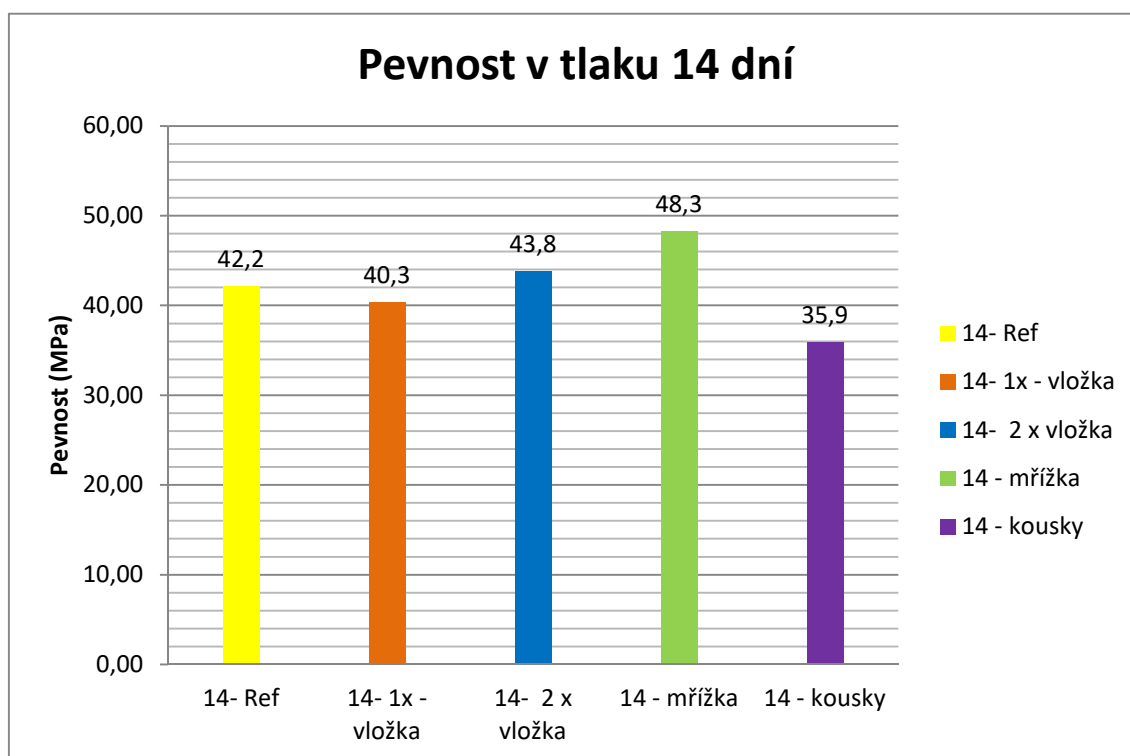
Po přípravě směsi a uložení do forem, jsou vzorky po 24-72 hodinách odformovány a dále uloženy po dobu zrání do 100 % vlhkého prostředí (do kádě s vodou), tak aby vzorky byly zcela ponořeny. Po 14 dnech zrání jsou vzorky z kádě vyzvednuty, osušeny, změřeny rozměry a jejich hmotnost. Jsou stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku, které se nacházejí v Tab. 7 a Obr. 21, 22, 23.

Tab. 7 - Pevnosti vzorků po 14 dnech

Vzorek	Pevnost v tahu za ohybu [MPa]	Pevnost v tlaku [MPa]
Referenční	9,2	42,2
1 x polyesterová vložka	10,3	40,3
2 x polyesterová vložka	6,1	43,8
Polyesterová mřížka	6,6	48,3
Polyesterové kousky	5,5	35,9



Obrázek 21 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 14 dnech zrání



Obrázek 22 - Graf pevnosti v tlaku po 14 dnech zrání



Obrázek 23 - Zkušební vzorek s kousky polyesterové tkaniny při zkoušení pevnosti tlaku po 14 dnech zrání

Z výsledků uvedených v Tab. 7 je zřejmé, že u 14 denních pevností v tahu za ohybu dosáhl nejvyšší hodnoty vzorek, který obsahoval 1 x polyesterové vložku (10,3 MPa) a nejnižších hodnot vzorek s obsahem polyesterových kousků (5,5 MPa).

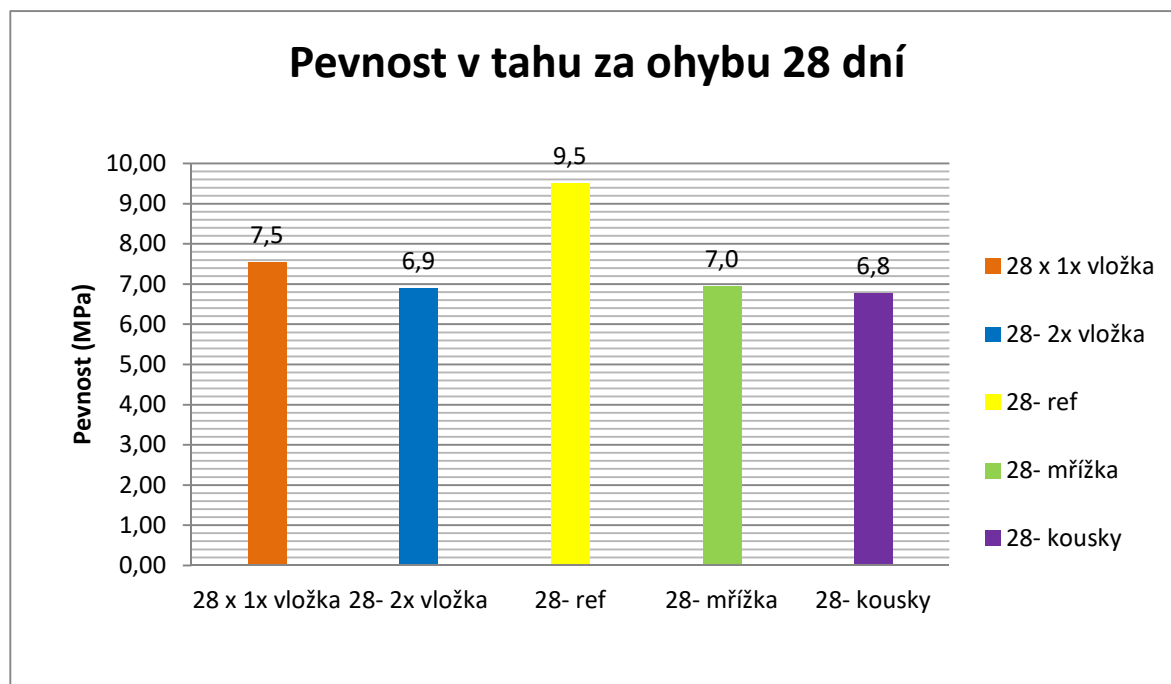
U pevnosti v tlaku nejvyšší hodnoty dosáhl vzorek s polyesterovou mřížkou (48,3 MPa), nejnižší hodnoty dosáhl vzorek s obsahem polyesterových kousků (35,9 MPa).

7.5 Pevnost po 28 dnech zrání

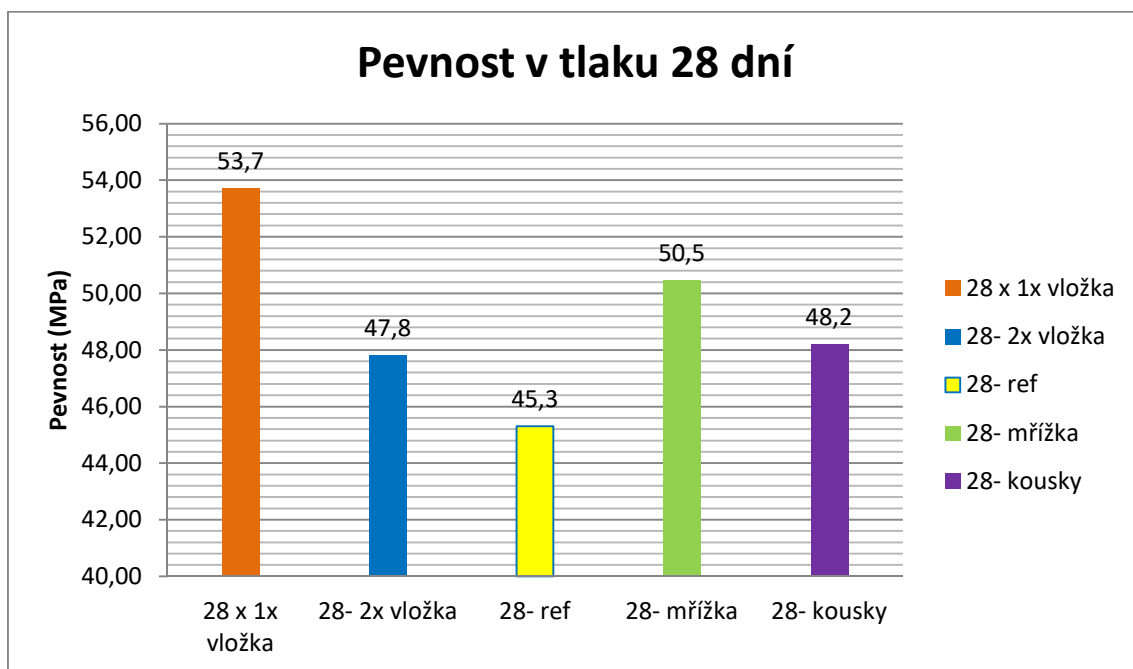
Po přípravě směsi a uložení do forem, jsou vzorky po 24-72 hodinách odformovány a dále uloženy po dobu zrání do 100 % vlhkého prostředí (do kádě s vodou), tak aby vzorky byly zcela ponořeny. Po 28 dnech zrání jsou vzorky z kádě vyzvednuty, osušeny, změřeny rozměry a jejich hmotnost. Jsou stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku, které se nacházejí v Tab. 8 a Obr. 24, 25, 26.

Tab. 8 - Pevnosti vzorků po 28 dnech

Vzorek	Pevnost v tahu za ohybu [MPa]	Pevnost v tlaku [MPa]
Referenční	9,5	45,3
1 x polyesterová vložka	7,5	53,7
2 x polyesterová vložka	6,9	47,8
Polyesterová mřížka	7,0	50,5
Polyesterové kousky	6,8	48,2



Obrázek 24 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 28 dnech zrání



Obrázek 25 - Graf pevnosti v tlaku po 28 dnech zrání



Obrázek 26 - Zkušební vzorek s 1 x polyesterovou tkaninou při stanovení pevnosti v tlaku po 28 dnech

Z výsledků uvedených v Tab. 8 je zřejmé, že u 28 denních pevností v tahu za ohybu dosáhl nejvyšší hodnoty vzorek referenční (9,5 MPa) a nejnižších hodnot vzorek s obsahem polyesterových kousků (6,8 MPa).

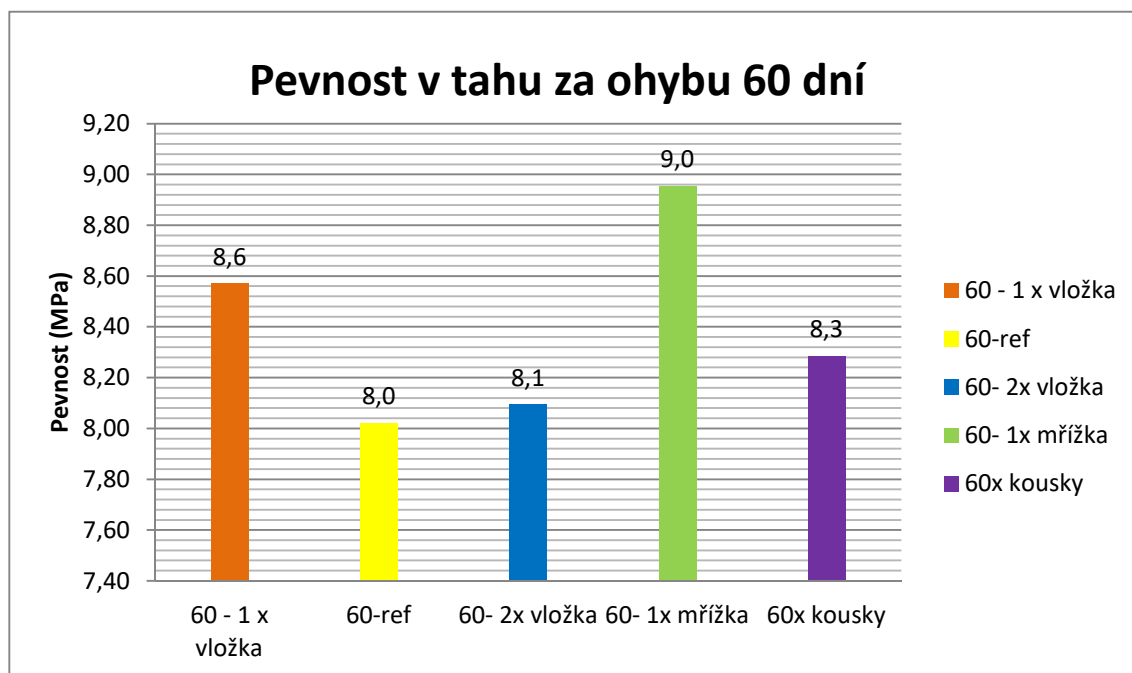
U pevnosti v tlaku nejvyšší hodnoty dosáhl vzorek s 1x polyesterovou mřížkou (53,7 MPa), nejnižší hodnoty dosáhl vzorek referenční (45,3 MPa).

7.6 Pevnosti po 60 dnech zrání

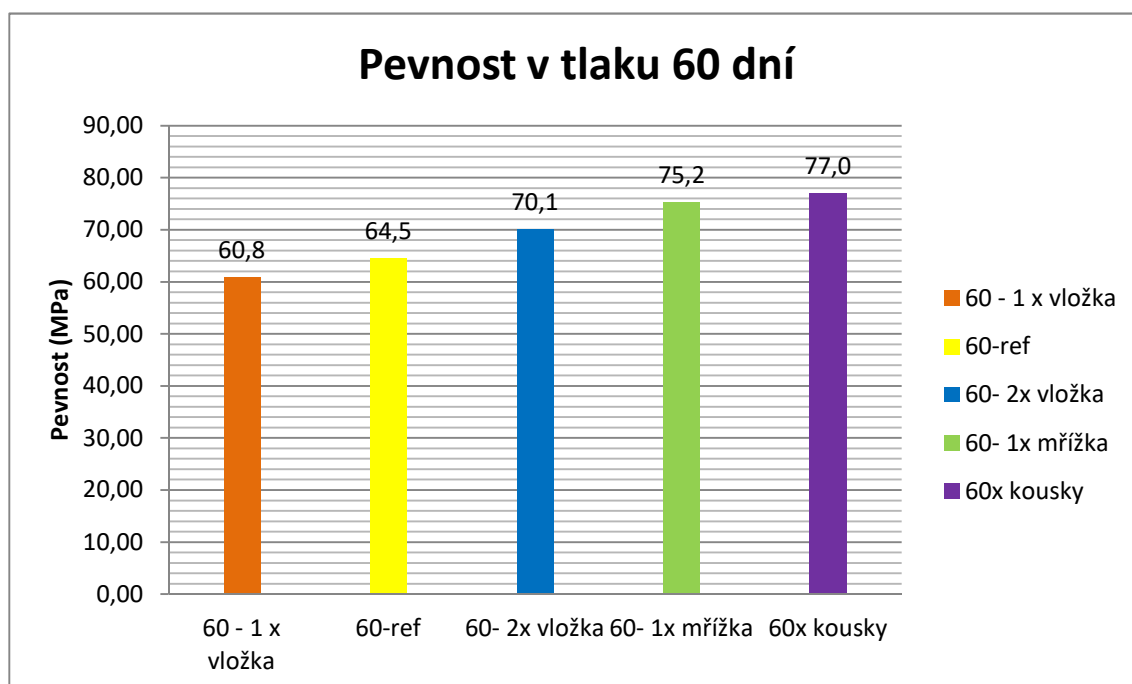
Po přípravě směsi a uložení do forem, jsou vzorky po 24-72 hodinách odformovány a dále uloženy po dobu zrání do 100 % vlhkého prostředí (do kádě s vodou), tak aby vzorky byly zcela ponořeny. Po 60 dnech zrání jsou vzorky z kádě vyzvednuty, osušeny, změřeny rozměry a jejich hmotnost. Jsou stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku, které se nacházejí v Tab. 9 a Obr. 27, 28, 29.

Tab. 9 - Pevnosti po 60 dnech zrání

Vzorek	Pevnost v tahu za ohybu [MPa]	Pevnost v tlaku [MPa]
Referenční	8,0	64,5
1 x polyesterová vložka	8,6	60,8
2 x polyesterová vložka	8,1	70,1
Polyesterová mřížka	9,0	75,2
Polyesterové kousky	8,3	77,0



Obrázek 27 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 60 dnech



Obrázek 28 - Graf pevnosti v tlaku po 60 dnech zrání



Obrázek 29 - Zkušební těleso s 2 x polyesterovou vložkou při stanovení pevnosti v tlaku po 60 dnech

Z výsledků uvedených v Tab. 9 je zřejmé, že u 60 denních pevností v tahu za ohybu dosáhl nejvyšší hodnoty vzorek, který obsahuje 1 x polyesterovou mřížku (9,0 MPa) a nejnižších hodnot vzorek referenční (8,0 MPa).

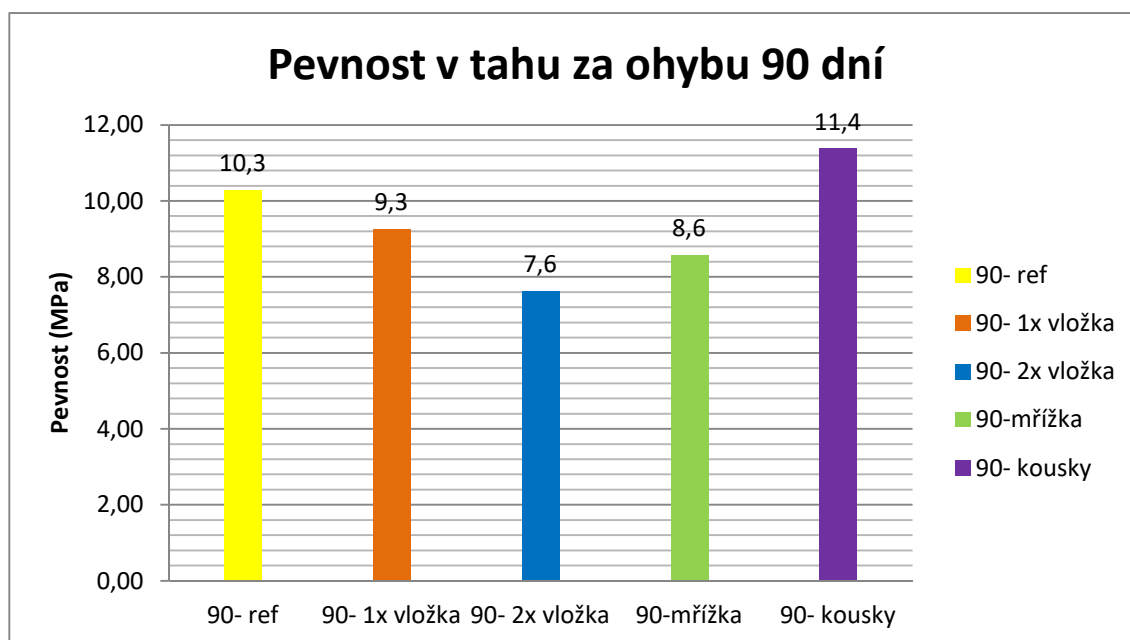
U pevnosti v tlaku nejvyšší hodnoty dosáhl vzorek s polyesterovými kousky (77,0 MPa), nejnižší hodnoty dosáhl vzorek s 1 x polyesterovou vložkou (60,8 MPa).

7.7 Pevnosti po 90 dnech zrání

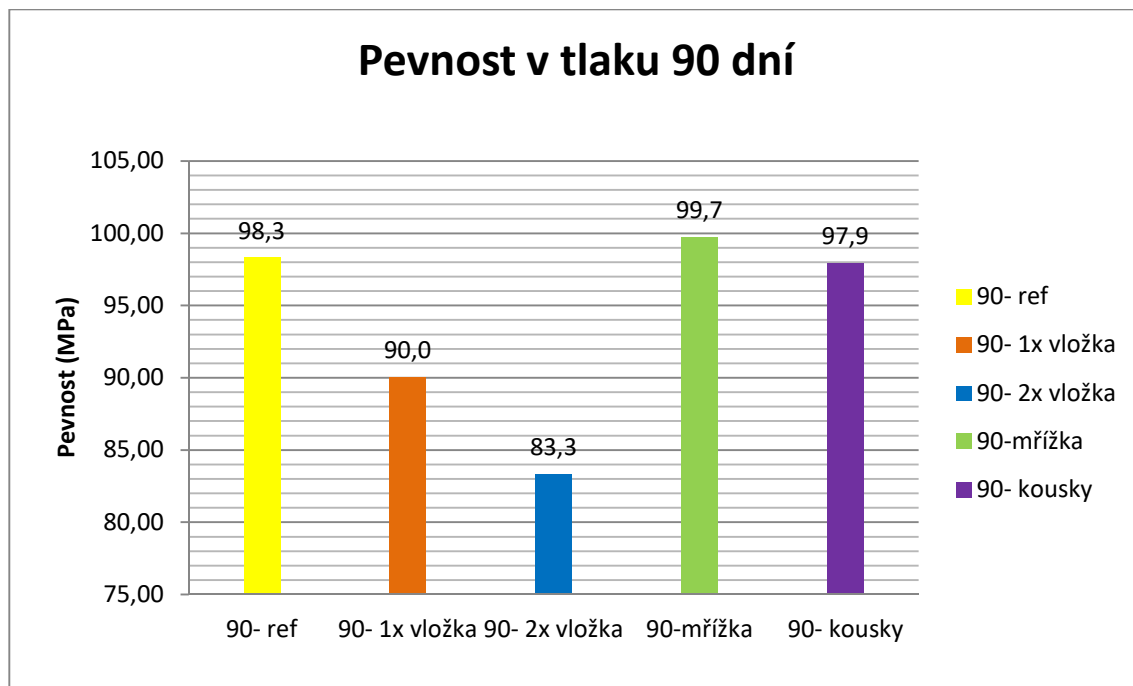
Po přípravě směsi a uložení do forem, jsou vzorky po 24-72 hodinách odformovány a dále uloženy po dobu zrání do 100 % vlhkého prostředí (do kádě s vodou), tak aby vzorky byly zcela ponořeny. Po 90 dnech zrání jsou vzorky z kádě vyzvednuty, osušeny, změřeny rozměry a jejich hmotnost. Jsou stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a pevnosti v tlaku, které se nacházejí v Tab. 10 a Obr. 30, 31, 32.

Tab. 10 - Pevnosti po 90 dnech

Vzorek	Pevnost v tahu za ohybu [MPa]	Pevnost v tlaku [MPa]
Referenční	10,3	98,3
1 x polyesterová vložka	9,3	90,0
2 x polyesterová vložka	7,6	83,3
Polyesterová mřížka	8,6	99,7
Polyesterové kousky	11,4	97,9



Obrázek 30 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 90 dnech zrání



Obrázek 31 - Graf pevnosti v tlaku po 90 dnech zrání

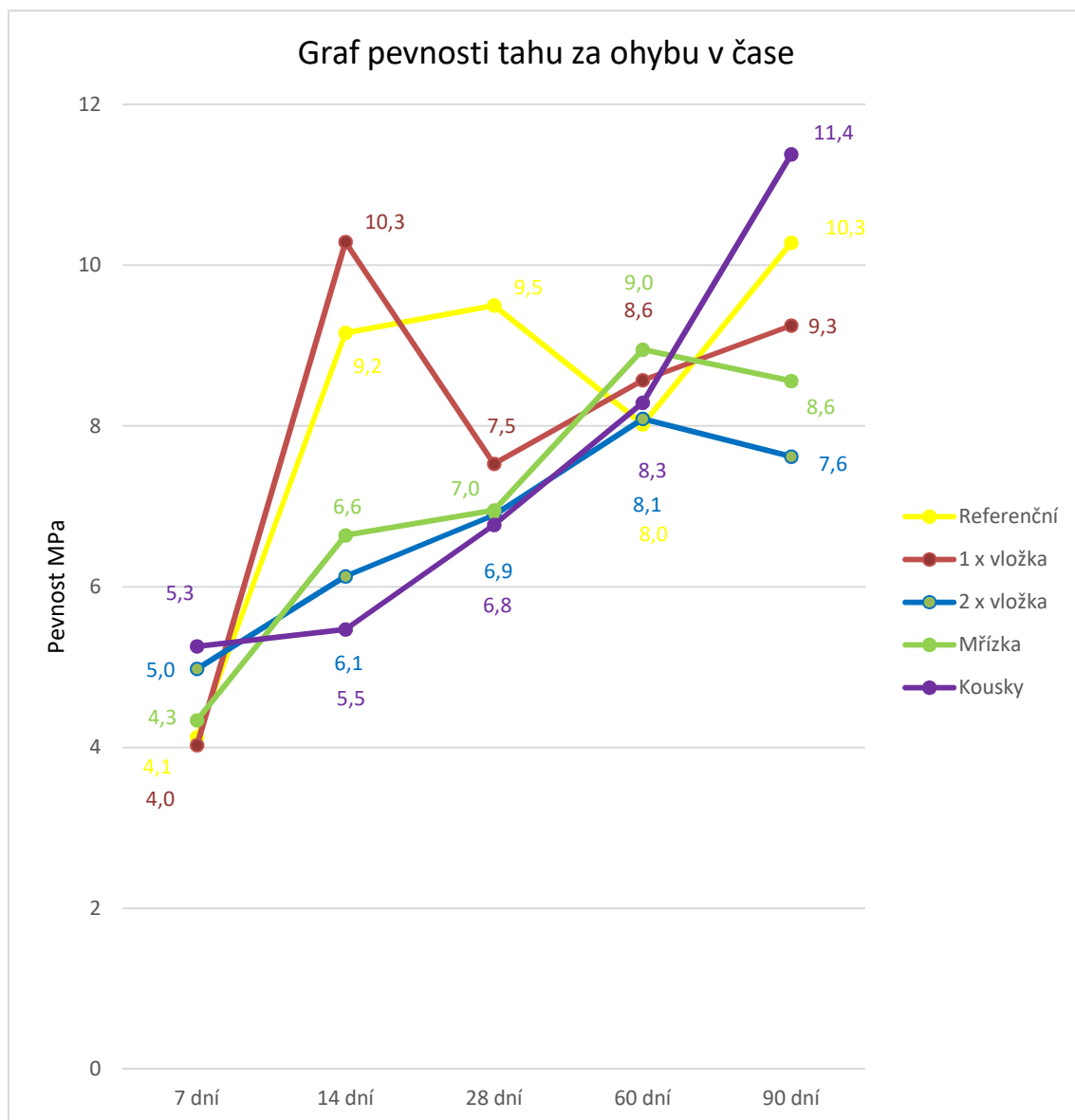


Obrázek 32 - Zkušební vzorek s kousky polyesterové tkaniny při stanovení pevnosti v tahu za ohybu

Z výsledků uvedených v Tab. 10 je zřejmé, že u 90 denních pevností v tahu za ohybu dosáhl nejvyšší pevnosti vzorek, který obsahuje kousky polyesterové tkaniny (11,4 MPa) a nejnižších hodnot vzorek, který obsahoval 2 x polyesterovou vložku (7,6 MPa).

U pevnosti v tlaku nejvyšší hodnoty dosáhl vzorek s polyesterovou mřížkou (99,7 MPa), nejnižší hodnoty dosáhl vzorek s 2 x polyesterovou vložkou (83,3 MPa).

7.8 Vývoj pevnosti v tahu za ohybu v čase



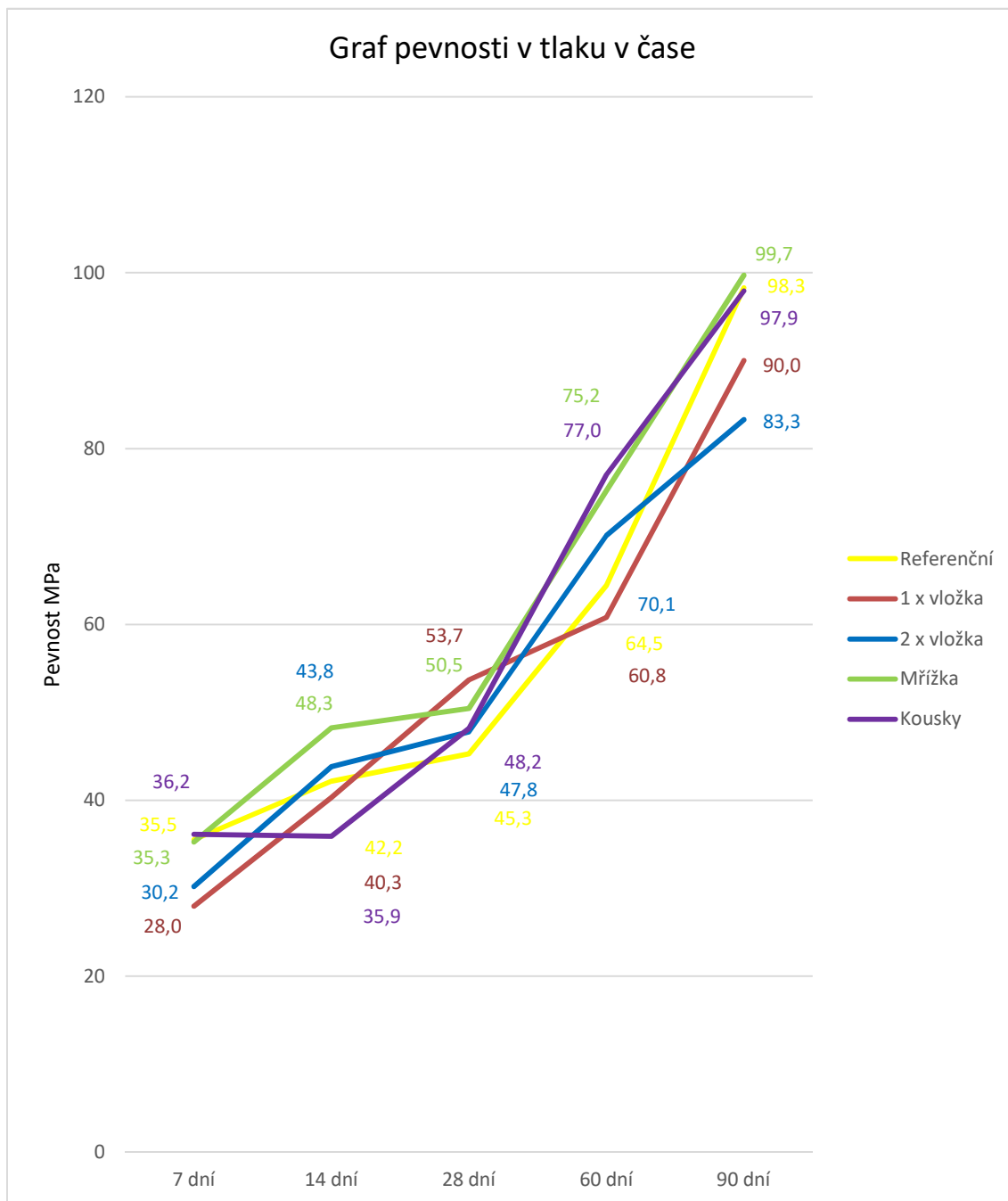
Obrázek 33 - Vývoj pevnosti v tahu za ohybu v čase

Na základě Obr. 33 je zřejmé, že u pevností v tahu za ohybu u některých vzorků nebyla čára růstu pevnosti plynulá. Rozdíly u jednotlivých stanovení činily, konkrétně u směsi

s 1x polyesterovou vložkou až 2,8 MPa. Tento kolísavý charakter může být důsledkem nízkého počtu testovaných vzorků a také možnou rozdílnou kvalitou spojení betonového kompozitu s tkaninou. Jelikož byly kolísající hodnoty zaznamenány i u směsi referenční, mohlo rovněž v průběhu jejich přípravy dojít k chybě při dávkování jednotlivých složek, ovlivnění konečné pevnosti použitím příliš mokrého kameniva apod., případně mohlo dojít k poškození vzorků při manipulaci s nimi.

U ostatních směsí jsou naměřené hodnoty pevností a jejich případné poklesy v mezích směrodatné odchylky. Nejvyšší pevnosti v tahu za ohybu byly zjištěny u směsi s kousky tkaniny.

7.9 Vývoj pevnosti tlaku v čase



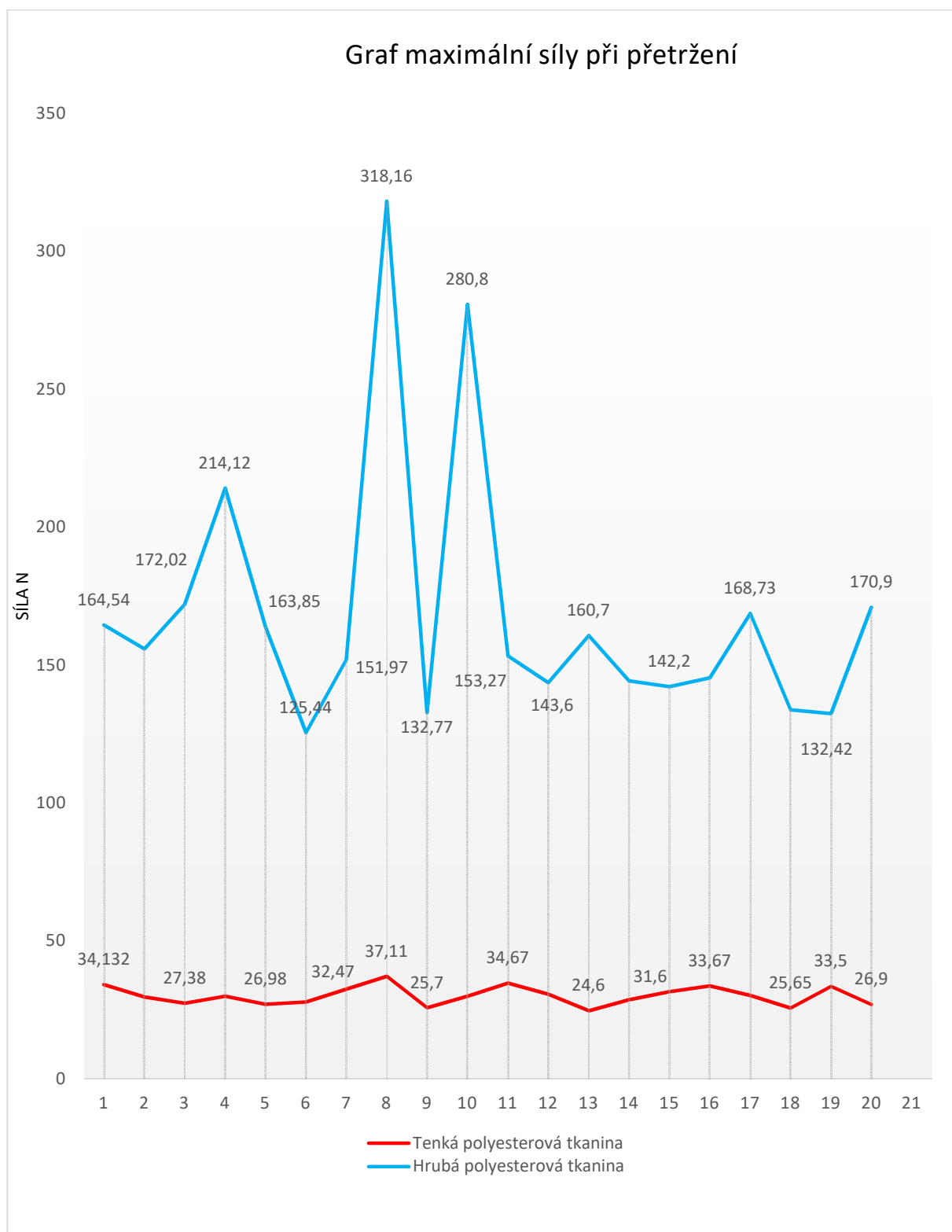
Obrázek 34 - Graf vývoje pevnosti v tlaku v čase

Na základě Obr. 34 je možné konstatovat, že křivky pevností v tlaku mají u jednotlivých vzorků plynulý nárůst. Mezi 28 – 90 dni zrání dochází u všech připravených kompozitů k nárůstu pevností z cca 28 - 36 MPa po 7 dnech až do hodnot v rozmezí 83 - 100 MPa.

Počáteční pevnosti v tlaku byly u všech směsí s polyesterovou tkaninou vyšší, než u směsi referenční, v průběhu následného zrání byly zjištěné hodnoty pevností u jednotlivých typů vzorků podobné. Na základě výsledků je možné konstatovat, že polyesterová tkanina zvýšila pevnosti v tlaku přibližně o 7 - 10 MPa. Nejlepších výsledků pevnosti bylo dosaženo u vzorku s mřížkou, je tedy možné, že použití tkaniny a zároveň zachování spojitosti betonové směsi přes jednotlivá oka mřížky jsou vhodnou variantou pro další experimenty.

7.10 Pevnost a tažnost polyesterové tkaniny

Předem připravené vzorky byly uchyceny do čelistí lisu jak ve vrchní, tak ve spodní části. Rychlost zatěžování byla 150 mm/min., dokud nebyla zaznamenána maximální síla prodloužení při přetržení vzorku. V tomto experimentu byly testovány 2 typy tkanin. První, tenká polyesterová tkanina byla ta, která byla použita ve všech částech experimentální práce. Jelikož dodavatel materiálu dodal druhý typ, hrubou tkaninu až těsně před dokončením této diplomové práce, nemohly být již další vlastnosti uvedeného materiálu podrobněji otestovány. Naměřené hodnoty obou tkanin jsou graficky znázorněny na Obr. 35, na Obr. 36 - 37 je zachycen vzorek tkaniny před a po provedení zkoušky.



Obrázek 35 - Graf maximálních sil při přetržení



Obrázek 36 - Uchycení polyesterové tkaniny do čelistí lisu



Obrázek 37 - Porušení vzorku při zkoušce pevnosti a tažnosti

Z grafu na Obr. 35 je zřejmé, že polyesterová tkanina, která je hruběji tkaná, dosahuje větších maximálních sil při přetržení tkaniny. Maximální síla této tkaniny je 318,16 N, průměrná hodnota dosahuje 168,3 N. Celkové rozmezí hodnot hrubě protkané polyesterové tkaniny se pohybuje mezi 125,44 N – 318,16 N. Zkouška byla provedena na 20 vzorcích. U tenké polyesterové tkaniny maximální síly při porušení vzorku dosahovaly hodnot v rozmezí 24,60 N - 37,67 N. Průměrná hodnota činí 30,1 N.

7.11 Rozvlákňování pomocí sodného vodního skla

Dalším experimentem s polyesterovou tkaninou byl pokus o rozvlákňování tkaniny za pomoci sodného vodního skla od výrobce Kittfort viz Příloha 6. Snahou bylo zjistit, jak se tkanina chová v zásaditém prostředí, zda je možné ji ponořením do alkalického prostředí výrazněji narušit. Vzorek tkaniny byl upraven na rozměr 30 x 30 mm a byl vložen do nádoby, kde byl zcela zalit vodním sklem. Vzorek byl uložen v roztoku 72 hodin bez jakékoliv reakce. Na povrchu polyesterové tkaniny nebyly zjištěny žádné náznaky rozvlákňování ani náznak porušení tkaniny.

7.12 Vizuální hodnocení

U vzorků, které byly podrobeny zkoušce pevnosti v tahu za ohybu, bylo možné pozorovat rozdílné chování betonu a tkaniny po 7 a 14 dnech. Po 14 dnech byla pomezí mezi betonovou a polyesterovou vrstvou méně zřetelná, z tohoto důvodu by bylo vhodné sledovat dlouhodobé chování tkaniny v zásaditém prostředí, případně přímo v betonovém kompozitu, ideálně pomocí mikroskopu s dostatečným rozlišením (Obr. 38, 39).



Obrázek 38 - Vzorky po 7 a 14 dnech zrání s 1 x polyesterovou vložkou



Obrázek 39 - Vzorky polyesterových tkanin po 7 a 14 dnech zrání

8 Další možné využití polyesterové tkaniny

Cílem práce bylo, kromě ověření vhodnosti tkaniny jako výztuže do betonu, také navrhnout další možná uplatnění tkaniny i v jiných aplikacích.

8.1 Dekorační prvky

Jedním z dalších využití polyesterové tkaniny je vytvoření dekoračních předmětů. Vzhledem ke své nenasákavosti by polyesterová tkanina mohla být ze stran obložena nasákavým materiálem (papír, látka). Tento prvek by po namočení v řídké cementové maltě (mléce) byl snadno tvarovatelný, po zatvrdnutí díky cementu dostatečně pevný, tkanina by plnila funkci výztuže. Toto použití je nutné ověřit.

8.2 Nášlapná vrstva v jízdárnách pro koně

Polyesterová tkanina, která je nasekaná na velmi malé kousky a smísená s pilinami se používá jako nášlapná vrstva v jízdárnách pro koně.

Problematikou u tohoto způsobu využití je barva tkaniny. Běžně je takto zpracovávána pouze tkanina v bílém provedení

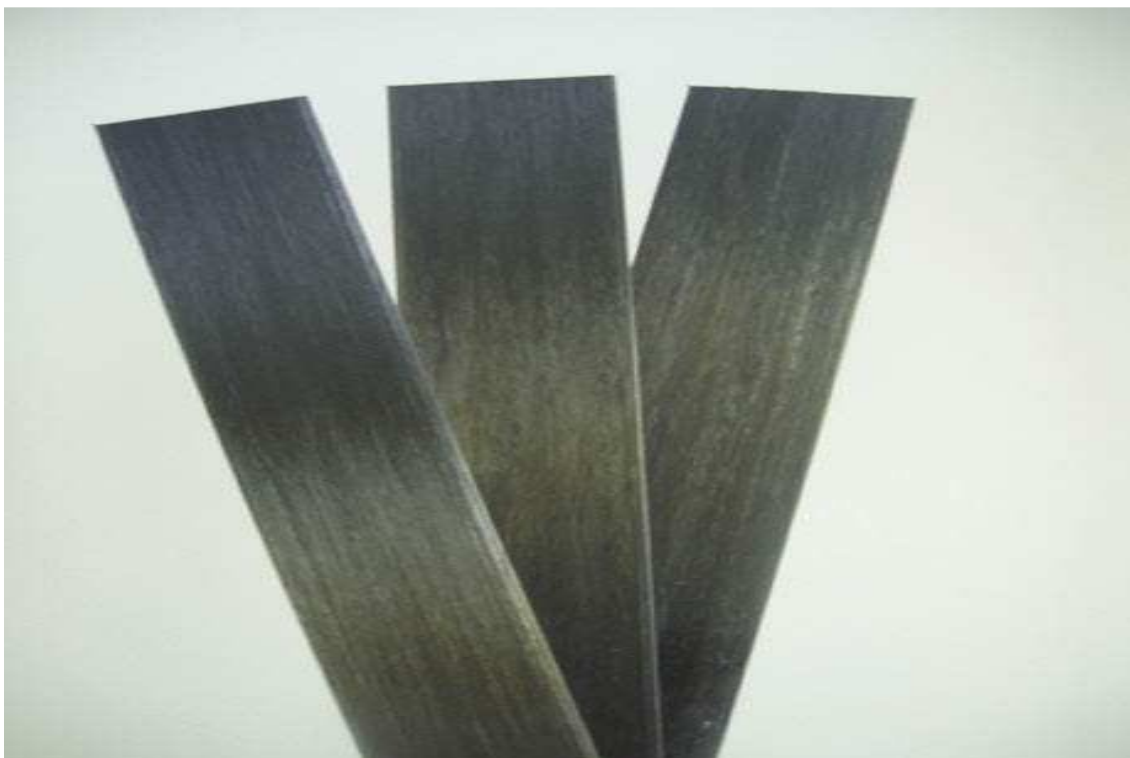
Černá tkanina se stejným způsobem nepoužívá z důvodu barevného nesouladu s dřevěnými pilinami.

8.3 Totožné použití jako uhlíkové lamely

Využití pro zpevnění, zesílení betonových konstrukcí, popřípadě jiných konstrukcí stejným způsobem, jako při použití uhlíkových lamel (Obr. 40).

Stejný princip jako u uhlíkových lamel, nutno však ověřit, zda látka má vhodné předpoklady a požadované vlastnosti, najít vhodný způsob aplikace, lepidlo apod.

Výhodou by byla cena a také možnost recyklace polyesterové tkaniny.



Obrázek 40 - Uhlíkové lamely pro zesílení konstrukce

8.4 Totožné použití jako Kari sítě při použití stříkaného betonu

Pokud by polyesterová tkanina měla být použita jako nenosná Kari síť, musela by být tkanina vhodně spletena. Jednou z možných aplikací by mohlo být zpevňování svahu, kde po navrtání samozavrtávacích tyčových kotev dojde na Kari síť k nástřiku betonu. Výhodou polyesterové tkaniny by byla cena a dále nízká hmotnost, která je u běžně používaných sítí při tomto způsobu zpevňování svahů problematická (Obr. 41, 42).



Obrázek 41 - Zpevňování svahu s pomocí kari sítě a stříkaného betonu



Obrázek 42 - Možnost provedení kari sítě z polyesterové tkaniny

9 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo ověření možnosti recyklace polyesterové tkaniny s příměsí BiCo vlákna, která je odpadním materiálem automobilového průmyslu při výrobě tlumících výplní v interiéru osobních a nákladních aut.

V rámci experimentu byl sledován vliv způsobu použití tkaniny jako jednotlivých typů výztuže na základní fyzikálně-mechanické vlastnosti připravených kompozitů.

Byla připravena tělesa, která obsahovala tkaninu ve formě výztuže 1x kladené tkaniny ve směru plnění, 2x kladené tkaniny ve směru plnění, 1x kladené sítě ve směru plnění a kousky tkaniny nastříhané na velikost 10 x 10 mm, použité jako rozptýlená výztuž.

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že použití tkaniny výrazně neovlivňuje objemové hmotnosti připravených kompozitů.

Během sledování pevností v tahu za ohybu došlo u dvou typů vzorků ke střídavému nárůstu a poklesu pevností v průběhu doby zrání, na základě dosažených výsledků se nepotvrdilo, že použití tkaniny za daných podmínek výrazným způsobem pozitivně ovlivní výsledné pevnosti.

U pevností v tlaku bylo zjištěno u vybraných směsí zvýšení jednotlivých hodnot v průměru o 7 - 10 MPa. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u kompozitu s mřížkou z polyesterové tkaniny.

U zkoušky pevnosti a tažnosti tkaniny byly testovány 2 druhy polyesterové tkaniny. První byla tkanina, která byla použita ve všech zkouškách této práce (tenká polyesterová tkanina). Druhým materiálem byla hrubě protkaná polyesterová tkanina. Na základě výsledků této zkoušky je zřejmé, že oba typy tkanin dosahují výrazně rozdílných pevnostních vlastností. Použití hrubé tkaniny do betonového kompozitu by bylo vhodné rovněž ověřit v rámci dalších výzkumných prací.

Dalším experimentem bylo rozvláknění pomocí sodného vodního skla, kdy vzorek byl ponořen na 72 hodin do sodného vodního skla. Po uplynutí této doby nebyl na vzorku o velikosti 30 x 30 mm zaznamenán žádný náznak rozvláknění, popřípadě poškození tkaniny.

V rámci práce byla navržena další možná využití polyesterové tkaniny, je však nutné praktické ověření jednotlivých návrhů.

Práce prokázala, že druhotné zpracování polyesterové tkaniny je možné, je však bezpodmínečně nutný další výzkum.

10 Literatura

- [1] BÁRTA, R.. *Chemie a technologie cementu*. Nakladatelství ČSAV Praha, 1961, 1108 s
- [2] Svoboda, L. a kol. *Stavební hmoty*, Praha, 2013. 3. vydání, dostupné on-line
- [3] ROUSEKOVÁ. *Technológia betónu*. Bratislava: Jaga group, 2006. ISBN 8080760322.
- [4] PYTLÍK, Petr. *Technologie betonu*. 2. Vydání. Brno: VUTIUM, 2000. ISBN 80-214-1647-5
- [5] Příručka technologa BETON. 1. Vydání. Českomoravský beton, Českomoravský cement, Českomoravský št rk, 2010. Firemní literatura
- [6] ČSN EN 12390-7. *Zkoušení ztvrdlého betonu: Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [7] ČSN EN 12390 – *Zkoušení ztvrdlého betonu* – Český normalizační institut, 2009
- [8] MIKLAS, Z., VAVÁČEK, M. *Polyesterová vlákna*, 1966
- [9] REJMAN, M. *Co a jak s polyesterovými skelnými lamináty*. Nakladatelství technické literatury, Praha, 1972
- [10] STOY, A. *Technologie syntetických vláken*, SNTL, Praha 1957
- [11] MLEZIVA a kolektiv. *Polyestery*, SNTL, Praha 1978
- [12] PAJGRT, O., REICHSTADTER, B. *Polyesterová vlákna a jejich vlastnosti a textilní zpracování*, SNTL, Praha 1973
- [13] <http://www.prirodnistavba.cz/wordbook/bico-vlakno-7.html>
- [14] ČSN EN ISO 1421 (80 4627) *Pevnost a tažnost textilií povrstvených pryží nebo plasty*
- [15] <http://www.tzu.cz/pevnost-a-taznost-textilii-povrstvenych-pryzi-nebo-plasty>
- [16] <http://www.ebeton.cz/pojmy/pevnost-betonu>
- [17] Polyester Fibre [online]. Textile Techinfo, 2012, [cit. 2017-04-06]. Dostupné online. (anglicky)
- [18] <http://www.skolatextilu.cz/elearning/467/textilni-terminologie-zboziznalstvi/vlakna-prize-a-nite/Polyesterova-vlakna.html>

- [19] https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/1009/mod_resource/content/2/Netkané%20textilie-technologie2.pdf
- [20] http://www.vsichnivsem.cz/vysoka_material-270-polyestery
- [21] <http://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/POLYESTERY.pdf>
- [22] <https://www.gina.cz/Informace-o-zbozi/Materialy/Polyester.aspx>
- [23] <https://turbo.cdv.tul.cz/mod/book/view.php?id=2363&chapterid=3446>
- [24] http://www.stavebniinzenyrstvi.cz/wp-content/uploads/2014/07/Scucka_Martinec-SH1-Betony.pdf
- [25] <http://www.pegas.cz/bikomponentni-netkana-textilie-pegatex-s-bico>
- [26] <http://www.skolatextilu.cz/elearning/514/zaklady-textilnich-technologie/zuslechtovani-textilili/Kalandrovani.html>

11 Seznam obrázků

Obrázek 1- Polyesterové vlákno 400 x zvětšené.....	12
Obrázek 2 - Strukturní vzorec dimethyltereftalátu.....	16
Obrázek 3 - Strukturní vzorec kyseliny tereftalové	17
Obrázek 4 - Strukturní vzorec etylenglykolu	18
Obrázek 5 - strukturní vzorec polyetylttereftalátu.....	19
Obrázek 6 - Schéma diskontinuální polykondenzace polyetylttereftalátu	19
Obrázek 7 - Kontinuální polykondenzace polyetylttereftalátu.....	20
Obrázek 8 - Horkovzdušná sušárna drtě	21
Obrázek 9 - Zvlákňovací zařízení	22
Obrázek 10 - BiCo vlákno.....	25
Obrázek 11- Polyesterová mřížka	28
Obrázek 12 - 1x polyesterová vložka, 2x polyesterová vložka, polyesterová mřížka, polyesterové kousky, referenční.....	29
Obrázek 13 - CEM I 42,5R Hranice.....	29
Obrázek 14 - Laboratorní míchačka.....	31
Obrázek 15 - Neodformované zkušební těleso	32
Obrázek 16 - Připravené vzorky polyesterové tkaniny pro zkoušku pevnosti a tažnosti.....	35
Obrázek 17 - Těleso po odformování.....	38
Obrázek 18 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 7 dnech zrání	39
Obrázek 19 - Graf pevnosti v tlaku po 7 dnech zrání.....	40
Obrázek 20 - Zkušební vzorek s kousky polyesterové tkaniny při stanovení pevnosti v tahu za ohybu	40
Obrázek 21 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 14 dnech zrání	42
Obrázek 22 - Graf pevnosti v tlaku po 14 dnech zrání.....	42

Obrázek 23 - Zkušební vzorek s kousky polyesterové tkaniny při zkoušení pevnosti tlaku po 14 dnech zrání	43
Obrázek 24 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 28 dnech zrání	44
Obrázek 25 - Graf pevnosti v tlaku po 28 dnech zrání.....	45
Obrázek 26 - Zkušební vzorek s 1 x polyesterovou tkaninou při stanovení pevnosti v tlaku po 28 dnech	45
Obrázek 27 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 60 dnech	47
Obrázek 28 - Graf pevnosti v tlaku po 60 dnech zrání.....	47
Obrázek 29 - Zkušební těleso s 2 x polyesterovou vložkou při stanovení pevnosti v tlaku po 60 dnech	48
Obrázek 30 - Graf pevnosti v tahu za ohybu po 90 dnech zrání	49
Obrázek 31 - Graf pevnosti v tlaku po 90 dnech zrání.....	50
Obrázek 32 - Zkušební vzorek s kousky polyesterové tkaniny při stanovení pevnosti v tahu za ohybu.....	50
Obrázek 33 - Vývoj pevnosti v tahu za ohybu v čase	51
Obrázek 34 - Graf vývoje pevnosti v tlaku v čase	53
Obrázek 35 - Graf maximálních sil při přetržení	55
Obrázek 36 - Uchycení polyesterové tkaniny do čelistí lisu.....	56
Obrázek 37 - Porušení vzorku při zkoušce pevnosti a tažnosti.....	56
Obrázek 38 - Vzorky po 7 a 14 dnech zrání s 1 x polyesterovou vložkou.....	57
Obrázek 39 - Vzorky polyesterových tkanin po 7 a 14 dnech zrání	58
Obrázek 40 - Uhlíkové lamely pro zesílení konstrukce	60
Obrázek 41 - Zpevňování svahu s pomocí kari sítě a stříkaného betonu.....	61
Obrázek 42 - Možnost provedení kari sítě z polyesterové tkaniny	61

12 Seznam tabulek

Tab. 1 - Základní vlastnosti dimetyltereftalátu	15
Tab. 2 - Základní vlastnosti kyseliny tereftalové	16
Tab. 3 - Základní vlastnosti ethylenglykolu.....	17
Tab. 4 - Složení receptury	36
Tab. 5 - Objemová hmotnost ztvrdlé směsi.....	36
Tab. 6 - Pevnosti vzorků po 7 dnech.....	39
Tab. 7 - Pevnosti vzorků po 14 dnech.....	41
Tab. 8 - Pevnosti vzorků po 28 dnech.....	44
Tab. 9 - Pevnosti po 60 dnech zrání	46
Tab. 10 - Pevnosti po 90 dnech	49

13 Seznam příloh

Příloha 1 Certifikát polyesterové tkaniny

Příloha 2 Certifikát Sika ViscoCrete 2700

Příloha 3 Certifikát kamenivo Tovačov

Příloha 4 Certifikát kamenivo Hrabůvka

Příloha 5 Technický list cement CEM I 42,5 R Hranice

Příloha 6 Technický list sodného vodního skla od výrobce Kittfort

DTI TEKSTIL
TEKNOLOGISK INSTITUT
GREGENSENSVEJ
2830 TAASTRUP, DENMARK

OEKO-TEX®
CONFIDENCE IN TEXTILES

CERTIFICATE

The company

Fibertex, a.s.
Prumyslova 2179/20
568 23 Svitavy, CZECH REPUBLIC

is granted authorisation according to STANDARD 100 by OEKO-TEX® to use the OEKO-TEX® mark, based on our test report **1319876-202-31**



for the following articles

Fibertex nonwoven fabrics for mattresses, furniture and carpets, made of polypropylene, polyester and polypropylene/polyester in various compositions and colours, without or with print in white.

The results of the inspection made according to STANDARD 100 by OEKO-TEX®, **product class I** have shown that the above mentioned goods meet the human-ecological requirements of the standard presently established for baby articles.

The certified articles fulfil the requirements of Annex XVII of REACH (incl. the use of azo-dyes, nickel, etc.) as well as the American requirement regarding total content of lead in children's articles (CPSIA; with the exception of accessories made from glass).

The holder of the certificate, who has issued a conformity declaration according to ISO 17050-1, is under an obligation to use the OEKO-TEX® mark only in conjunction with products that conform with the sample initially tested. The conformity is verified by audits.

The certificate 1176-202 is valid until 31.12.2017

Taastrup, 06.12.2016

Anette Werner

Jørgen Nielsen



DTI TEKSTIL
TEKNOLOGISK INSTITUT
GREJSENSVEJ
2630 TAASTRUP, DENMARK

OEKO-TEX®
CONFIDENCE IN TEXTILES

CERTIFICATE

Firma

Fibertex, a.s.
Prumyslova 2179/20
568 23 Svitavy, CZECH REPUBLIC

bevilliges i henhold til STANDARD 100 by OEKO-TEX®, på grundlag af rapport
1319876-202-31, tilladelse til at benytte OEKO-TEX® mærket



for følgende artikler

Fibertex nonwoven metervarer til madrasser, møbler og tæpper, af polypropylen, polyester og polypropylen/polyester i forskellige sammensætninger og farver, uden eller med tryk i farven hvid.

Kontrol udført i henhold til STANDARD 100 by OEKO-TEX®, **produktklasse I** for babyartikler, har vist, at ovennævnte artikler opfylder standardens nugældende human-økologiske krav vedrørende sundhedsskadelige stoffer.

De certificerede artikler opfylder kravene i Annex XVII til REACH (inkl. brugen af azofarvestoffer og -pigmenter, nikkel, etc.) samt de amerikanske krav med hensyn til totalindhold af bly i børneartikler (CPSIA, med undtagelse af tilbehør af glas).

Indehaveren af certifikatet har ved at afgive en overensstemmelseserklæring i henhold til ISO 17050-1 forpligtet sig til kun at benytte OEKO-TEX® mærket for varer, der er i overensstemmelse med det typeprøvede eller kontrollerede materiale. Overensstemmelsen verificeres ved audits.

Denne certificering og mærkningstilladelse er gældende til 31.12.2017

Taastrup, 06.12.2016

Anette Werner

Jørgen Nielsen



ITI TEKSTIL
TEKNOLOGISK INSTITUT
GREGERSENSVEJ
2630 TAASTRUP, DÄNEMARK

OEKO-TEX®
CONFIDENCE IN TEXTILES

CERTIFICATE

Die Firma

Fibertex, a.s.
Prumyslova 2179/20
568 23 Svitavy, TSCHIEHISCHE REPUBLIK

erhält nach STANDARD 100 by OEKO-TEX® die Berechtigung, gemäss unserem Gutachten
Nummer **1319876-202-31**, das OEKO-TEX® Signet



für folgende Artikel zu führen

**Fibertex nonwoven Flächegebilde für Matratzen, Möbel und Teppiche, aus Polypropylen, Polyester und Polypropylen/
Polyester in verschiedenen Zusammenstellungen und Farben, ohne oder mit Druck in Weiß.**

Die Prüfungen an o.g. Artikeln wurden nach STANDARD 100 by OEKO-TEX®, **Produktklasse I** für Babyartikel durchgeführt und
haben ergeben, dass die derzeit geltenden humanökologischen Anforderungen des Standards erfüllt sind.

Die zertifizierten Artikel erfüllen die geltenden Anforderungen des Anhangs XVII von REACH (inkl. Verwendung von Azofarbstoffen,
Nickellässigkeit etc.) sowie die Amerikanischen Anforderungen hinsichtlich dem Gehalt an Blei (total) in Kinderartikeln (CPSIA,
ausgenommen Zubehör aus Glas).

Der Inhaber des Zertifikates hat sich dem Institut gegenüber durch eine Konformitätserklärung gemäss ISO 17050-1 verpflichtet,
nur mit dem Prüfmuster konforme Ware mit dem OEKO-TEX® Signet zu kennzeichnen. Die Konformität wird durch Audits
überprüft.

Das Zertifikat 1176-202 ist gültig bis 31.12.2017

Taastrup, 06.12.2016

Anette Werner

Jørgen Nielsen



Technický list

Datum vydání: 06/2016

Identifikační číslo: 02 13 01 01 100 0 002374

Verze č. 01

Sika® ViscoCrete®-2700

Sika® ViscoCrete®-2700

Vysoce účinný superplastifikátor s rychlým nárůstem počátečních pevností a prodlouženou zpracovatelností

Popis výrobku	Sika® ViscoCrete®-2700 je vysoce účinný superplastifikátor s vysokými počátečními pevnostmi, vhodný především pro výrobu prefabrikátů.	
Použití	Sika® ViscoCrete®-2700 je vhodný pro: <ul style="list-style-type: none">■ betony s prodlouženou dobou zpracovatelnosti■ betony s redukováním vyztužením■ tekuté betony konzistence F4-F6■ samozhutitelné betony (SCC)	
Výhody	<ul style="list-style-type: none">■ zlepšuje dispergaci a smáčení zrn cementu■ snižuje třecí síly mezi zrnny cementu a kameniva■ snižuje množství záměsové vody■ prodlužuje dobu zpracovatelnosti■ zlepšuje zpracovatelnost při stejném vodním součiniteli $v=w/c$■ snižuje vodní součinitel při zachování stejné zpracovatelnosti■ pomalejší průběh tuhnutí, nižší intenzita hutnění■ vysoce homogenní beton■ vyšší počáteční a konečné pevnosti v tlaku■ zvyšuje životnost■ snižuje smrštění a dotvarování■ výrazně lepší povrchy betonu – pohledové betony	
Zkušební zprávy		
Testy	Vydáno Prohlášení o vlastnostech č. 02 13 01 01 100 0 002374 1180, certifikováno Oznámeným subjektem č. 1020, certifikát 1020-CPR-02002779 Odpovídá požadavkům EN 934-1 a EN 934-2:2002 , tab.3.1/3.2.	
Technická data		
Barva	Nažloutlá.	
Forma	Kapalina.	
Chemická báze	Vodný roztok modifikovaných polykarboxylátů	
Objemová hmotnost	~1,06 g/cm³ (při +20 °C)	
Obsah alkálií (Na₂O)	≤ 1,0 %	
Balení	Kanystr: 30 kg Sud: 200 kg Kontejner: 1000 kg Další balení na vyžádání	



Podmínky skladování	Nejméně 1 rok od data výroby v uzavřeném neporušeném originálním obalu. Chraňte před znečištěním, mrazem a přímým slunečním zářením.
Podmínky skladování (pokračování)	Při dodávkách v cisternách je nutné stáčet přísadu do čistých nádob. Po delším stání před použitím promíchejte.
Informace o systému	
Dávkování	0,2 – 2,5 % na hmotnost cementu.
Pokyny pro zpracování	Ve výrobních transportbetonu doporučujeme přidávat Sika® ViscoCrete®-2700 přímo do betonu během míchání a před přidáním dalších přísad. Minimální doba míchání závisí na typu míchačky. Při dodatečném dávkování přísady do domíchávače je nutné zajistit optimální dávkování a promíchání přísady. Doba míchání je 1 min/m ³ , minimálně však 5 minut na celkové množství.
Poznámky k aplikaci	Doporučujeme předem provést zkušební záměsi.
Platnost hodnot	Hodnoty a data uvedená v tomto technickém listu jsou založena na výsledcích laboratorních testů. Tyto hodnoty se mohou při aplikaci v praxi lišit, což je mimo naši kontrolu. Detailní informace o zdravotní závadnosti a bezpečnosti práce jsou spolu s bezpečnostními informacemi (např. fyzikálními, toxikologickými a ekologickými daty) uvedeny v bezpečnostním listu. Aktuální technické a bezpečnostní listy, Prohlášení o shodě, Certifikáty najdete na internetové adrese www.sika.cz
Bezpečnostní předpisy	<ul style="list-style-type: none"> • Při zpracování je nutné dodržovat bezpečnostní pokyny, platné předpisy příslušných úřadů o ochraně zdraví při práci. • Při aplikaci používejte ochranný oděv, brýle a rukavice. • Podrobnější údaje týkající se hygieny a bezpečnosti práce, ochrany životního prostředí jsou uvedeny v Bezpečnostním listu. • Odstraňování odpadu - Odpad dle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech. • Odpad odvézt na skládku stavebního odpadu nebo předejte odborné firmě k likvidaci. Fólie je možné recyklovat.
Místní omezení	V závislosti na specifických místních omezeních se mohou výsledné vlastnosti tohoto výrobku v různých zemích lišit. Vždy se řiďte informacemi uvedenými v platném Technickém listu.
Právní dodatek	Uvedené informace, zvláště rady pro zpracování a použití našich výrobků, jsou založeny na našich znalostech z oblasti vývoje chemických produktů a dlouholetých zkušenostech s aplikacemi v praxi při standardních podmínkách a řádném skladování a používání. Vzhledem k rozdílným podmínkám při zpracování a dalším vnějším vlivům, k četnosti výrobků, různému charakteru a úpravě podkladů, nemusí být postup na základě uvedených informací, ani jiných psaných či ústních doporučení, vždy zárukou uspokojivého pracovního výsledku. Veškerá doporučení firmy Sika CZ, s.r.o. jsou nezávazná. Aplikátor musí prokázat, že předal písemně včas a úplné informace, které jsou nezbytné k řádnému a úspěšnému zaručujícímu posouzení firmou Sika. Aplikátor musí přezkoušet výrobky, zda jsou vhodné pro plánovaný účel aplikace. Především musí být zohledněna majetková práva třetí strany. Všechny námi přijaté objednávky podléhají našim aktuálním „Všeobecným obchodním a dodacím podmínkám“. Ujistěte se prosím vždy, že postupujete podle nejnovějšího vydání technického listu výrobku. Ten je spolu s dalšími informacemi k dispozici na našem technickém oddělení nebo na www.sika.cz



Sika CZ, s.r.o.
Bystřoká 1132/36,
CZ 624 00 Brno

tel: +420 546 422 464
fax: +420 546 422 400
e-mail: sika@cz.sika.com
<http://www.sika.cz>





**ZKUŠEBNA KAMENE A KAMENIVA, s.r.o.
STONE AND AGGREGATES TEST CENTRE, LTD.**

Oznámený subjekt č. 1392, Autorizovaná osoba č. 218, Zkušební laboratoř č. 1046, Certifikační orgán č. 3045
Notified Body No. 1392, Authorised Body No. 218, Testing Laboratory No. 1046, Certification Body No. 3045
Husova 675, 508 01 Hořice, Czech Republic, tel.: +420493620177, e-mail: ao@zkk.cz

Oznámený subjekt č. 1392

**OSVĚDČENÍ
O SHODĚ ŘÍZENÍ VÝROBY**

Certificate of conformity of the factory production control

č. 1392 – CPR – 0562

V souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011
(nařízení o stavebních výrobcích nebo CPR) se vydává toto osvědčení pro stavební výrobek:

Kamenivo

- Kamenivo pro přípravu betonu pro pozemní stavby, pozemní komunikace a jiné inženýrské stavby
- Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch
- Kamenivo pro malty pro pozemní stavby a pozemní komunikace a jiné inženýrské stavby
- Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace

uvedený na trh pod jménem nebo firmou nebo ochrannou známkou výrobce

Českomoravský štěrk, a.s.

Mokrá 359

664 04 Mokrá

IČ: 25 50 22 47

a vyrobený ve výrobním závodě

TOVAČOV

751 01 Tovačov

Toto osvědčení prokazuje, že všechna ustanovení týkající se posuzování a ověřování stálosti
vlastností popsaná v příloze ZA norem

EN 12620:2002+A1:2008, EN 13043:2002/AC:2004, EN 13139:2002/AC:2004, EN 13242:2002+A1:2007,
podle systému 2+ byla uplatněna a že

řízení výroby je ve shodě s příslušnými požadavky.

Toto osvědčení bylo poprvé vydáno 20.2.2017 a zůstává v platnosti, dokud se harmonizovaná
norma, stavební výrobek, postupy posuzování a ověřování stálosti vlastností ani výrobní
podmínky v místě výroby výrazně nezmění nebo pokud oznámený subjekt pro osvědčení řízení
výroby nepozastaví nebo nezruší platnost tohoto osvědčení.

Hořice dne 20. února 2017



Kateřina Krutlová
RNDr. Kateřina Krutlová, Ph.D.
vedoucí oznámeného subjektu č. 1392

ZKK

S.r.o.

**ZKUŠERNA KAMENE A KAMENIVA, s.r.o.
STONE AND AGGREGATES TEST CENTRE, LTD.**

Notifikovaná osoba č. 1392, Autorizovaná osoba č. 218, Zkušební laboratoř č. 1046, Certifikační orgán č. 3045 a 3082
Notified Body No. 1392, Authorised Body No. 218, Testing Laboratory No. 1046, Certification Body No. 3045 and 3082
Husova 675, 608 01 Hořice, Czech Republic, tel.: ++420493620177, e-mail: ao@zkk.cz
Rozhodnutí o autorizaci č. 1/2004 ze dne 9. ledna 2004.

**CERTIFIKÁT
SYSTÉMU ŘÍZENÍ VÝROBY**

č. 1392 - CPD - 238

V souladu se směrnicí 89/106/EHS Rady Evropských společenství ze dne 21. prosince 1988 o sbližování právních a správních předpisů členských států týkajících se stavebních výrobků (směrnice o stavebních výrobcích - CPD), ve znění směrnice 93/68/EHS Rady Evropských společenství ze dne 22. července 1993, bylo konstatováno, že stavební výrobek:

Kamenivo

charakterizované jako:

- Kamenivo do betonu podle ČSN EN 12620
- Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch podle ČSN EN 13043
- Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace podle ČSN EN 13242
- Kamenivo pro kolejové lože podle ČSN EN 13450

vyrobený výrobcem:

Českomoravský štánek, a.s.

Mokrá 369

664 04 Mokrá

IČ: 26 50 22 47

v místě výroby:

HRABŮVKA

je výrobcem podrobován počátečním zkouškám typu výrobku, řízení výroby a dalším zkouškám vzorků odebraných v místě výroby předepsaným způsobem, a že notifikovaná osoba

Zkušebna kamene a kameniva, s.r.o.

provedla počáteční inspekci v místě výroby a systému řízení výroby a vykonává průběžný dohled, posuzování a schvalování systému řízení výroby.

Tento certifikát potvrzuje, že byla uplatněna všechna ustanovení týkající se posuzování systému řízení výroby popsaného v příloze ZA normy:

ČSN EN 12620, ČSN EN 13043, ČSN EN 13242, ČSN EN 13450.

Tento certifikát byl poprvé vydán 28.5.2004 a zůstává v platnosti, pokud se podmínky stanovené v harmonizované technické specifikaci, na níž byl uveden odkaz, nebo výrobní podmínky v místě výroby či systému řízení výroby výrazně nezmění.

Hořice 1. srpna 2007



Bohumila Krutlová
statistická představitel NO 1392

Tento certifikát byl vydán z důvodu změny obchodního jména výrobce.



CEM I 42,5 R Portlandský cement CEM I 42,5 R

Popis:

Portlandský cement CEM I 42,5 R je vyráběn v souladu s EN 197-1. Je to hydraulické práškové pojivo vyráběné společným semletím portlandského slínku, síranu vápenatého, doplňující složky a přísad. Tyto složky jsou specifikovány v článku 5 technické normy EN 197-1. Balený portlandský cement CEM I 42,5 R je na trh dodáván pod obchodním označením SUPERCEMENT.

Složení portlandského cementu

Druh cementu	Hlavní složka	Doplňující složka
	Portlandský slínek	
CEM I	95-100%	0-5%

Do uvedeného poměru složek není započítán síran vápenatý, který se přidává jako regulátor tuhnutí a přísady usnadňující výrobu nebo vlastnosti cementu.

Charakteristické vlastnosti:

- rychlý nárůst pevnosti
- vysoké počáteční pevnosti
- vysoké konečné pevnosti
- vyšší vývin hydratačního tepla při procesu tuhnutí a tvrdnutí

Použití:

Používá se pro betonové, železobetonové stavební konstrukce, drobné betonové dílce a velkorozměrové dílce, které jsou vystaveny velkému mechanickému zatížení. CEM I 42,5 R je vhodný pro betony vyšších a běžných pevnostních tříd, předpínané betony a suché omítkové směsi. Není vhodný pro masivní betonové stavby.

Způsob dodání:

- volně ložený v autocisternách nebo železničních vagonech Uacs
- balený v papírových pytlích po 25 kg, na paletách EUR po 1,4 t, které jsou zakryté samosmršťovací fólií

Kvalita, ekologie, bezpečnost

- certifikát managementu kvality dle ČSN EN ISO 9001
- certifikát environmentálního managementu dle ČSN EN ISO 14001
- certifikát managementu bezpečnosti a ochrany při práci dle ČSN OHSAS 18001

Technické parametry:

CEM I 42,5 R			
Parametr	Jednotka	Požadavek EN 197-1	Průměrné dosahované hodnoty
Počáteční pevnost (2 dny)	MPa	≥ 20	30
Normalizovaná pevnost (28 dnů)	MPa	42,5 - 62,5	59
Počátek tuhnutí	minuty	≥ 60	170
Objemová stálost (rozeprnutí)	mm	≤ 10	1,3
Ztráta žíháním	%	≤ 5,0	2,5
Nerozpustný zbytek	%	≤ 5,0	0,22
Obsah síranů (jako SO ₃)	%	≤ 4,0	3,5
Obsah chloridů	%	≤ 0,1	0,05

Použitelnost cementů pro stupeň vlivu prostředí dle ČSN EN 206 a ČSN 73 2404

Stupeň vlivu prostředí																		
Cement	bez nebezpečí koroze nebo narušení	koroze způsobená karbonatací				koroze způsobená chloridy (jinými než z mořské vody)			střídavé působení mrazu a rozmrazování				chemický agresivní prostředí			obrus		
	XD	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
CEM I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x ^{a)}	x ^{a)}	x	x	x

x... použitelný pro daný stupeň vlivu prostředí

a)...při chemické síranové agresivitě se stupněm vlivu prostředí vyšším než XA1 (koncentrace síranových iontů SO₄²⁻ vyšší než 600 mg/litr v podzemní vodě nebo 3000 mg/kg případně 2000 mg/kg v rostlé zemině) se musí použít síranovzdorný cement SR. Při obsahu SO₄²⁻ do 1500 mg/litru je možné použít CEM I s dostatečnou dávkou pucolánové příměsí (např. s alespoň 20% popílku). Pro ostatní případy vlivu prostředí XA2 a XA3 je tento cement vhodný.

Cement Hranice, akciová společnost
Bělotinská 288, 753 39 Hranice I - Město
Telefon: +420 581 829 111, www.cement.cz



KITTFORT PRAHA
Hornáky 1
277 11 Neratovice

VODNÍ SKLO

PN:KT-B-17-01-09

Název výrobku

Vodní sklo

Složení

Vodní sklo sodné 36-38, křemičitá kyselina, sodná sůl

Odstín

Našedlá až načervenalá kapalina

Použití

Vodní sklo se používá ke konzervaci vajec nebo jako pojivo do žáruvzdorných malt a tmelů

Dávkování

Konzervace vajec: 1 díl vodního skla + 9 dílů převařené vody. Na láhev o obsahu 5 litrů (50 ks vajec) stačí 2,5 litrů roztoku. Čistá omytá vejce vložíme do láhve a zalijeme roztokem.

Pojivo do žáruvzdorných malt a tmelů: Rudokitt- univerzální žáruvzdorný tmel vodní sklo s vodou v poměru 2:1
Šamotová výmazová hmota-přibližně 2 polévkové lžíce na 1 kg šamotové hmoty

Bezpečnost a ochrana zdraví

KLASIFIKACE: Xi - dráždivý

První pomoc

Při nadýchání: za běžné teploty má látka nízkou tenzi par. Pokud při nadýchání způsobí nepříznivé účinky, přesunout postiženého do nekontaminovaného prostředí. Vyhledat lékaře.

Při požití: při náhodném požití vypít asi půl litru vody nebo mléka a do 5 minut po požití vyvolat zvracení. Později zvracení nevyvolávat.

Při zasažení kůže: odložit kontaminovaný oděv a kůži omýt velkým množstvím vody.

Při zasažení očí: zasažené oko vyplachovat proudem vodou

Vzhled

kapalina našedlá až načervenalá

Balení

500ml, 11,5l

Záruční doba: 18 měsíců od data plnění uvedeného na obalu.